COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 FÉVRIER 1893.

PRÉSIDENCE DE M. DE LACAZE-DUTHIERS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes** adresse ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. le colonel *Bassot*, dans la Section de Géographie et Navigation, en remplacement de feu M. le vice-amiral *Jurien de la Gravière*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Bassot** prend place parmi ses Confrères.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les variations dans l'intensité de la gravité terrestre*. Note de M. d'Abbadie.

« Commencées en l'an 1837 à Olinda (Brésil), mes observations sur la direction de la gravité ont amené à mettre aussi en doute la constance de son intensité, car tous les savants d'alors admettaient tacitement l'invariabilité de ces deux phénomènes, sans toutefois la proclamer expressément. Les astronomes, en effet, n'envisageaient la gravité que dans l'attraction exercée d'un astre à l'autre. Ils n'avaient pas besoin de comparer cette force cosmique aux forces moléculaires qui gouvernent la cohésion et l'élasticité des corps. C'est à celles-ci que je demandai d'abord une preuve de la constance présumée dans l'intensité de la gravité. Au retour de mes treize années de voyage, j'essayai divers appareils et m'arrêtai à la mesure des temps de chute d'un corps, d'abord au moyen d'un chronomètre, ensuite plus exactement par les vibrations d'un diapason. Je reconnus bientôt ces irrégularités que M. Mascart vient de vous signaler et j'expliquai par elles l'anomalie constatée par lui, en 1882, à Drontheim, en Norwége, dans ce premier voyage qu'on ait entrepris pour mesurer effectivement et sans pendule la variation de la gravité due au changement de latitude.

» J'ai parlé de mes résultats à quelques-uns de nos Confrères ainsi qu'au Bureau des Longitudes, notamment dans sa séance du 5 juin 1889. Le mot *baromètre* signifie *mesure de pesanteur;* comme le terme *brithomètre* a le même sens, je l'emploie pour le baromètre fermé décrit par M. Mascart, sous le nom de *baromètre à gravité.* »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la préparation du carbone sous une forte pression;* par M. Henri Moissan.

« Les différentes variétés de carbone peuvent se rapporter à trois types principaux : le diamant, le graphite et le carbone amorphe. Ayant entrepris depuis plusieurs années une étude d'ensemble des propriétés et des conditions de formation de ces différentes variétés, je présenterai aujourd'hui à l'Académie la préparation des carbones de grande densité.

» Cette recherche a débuté par des études analytiques que je donnerai ultérieurement et qui m'ont permis d'établir :

» 1° La composition des cendres du diamant du bort et du carbonado;

» 2°. L'existence du graphite, du carbonado et de diamants microscopiques transparents dans la terre bleue du Cap et tout récemment l'existence du diamant dans la météorite de Cañon Diablo;

» 3° Quelques propriétés nouvelles du carbone cristallisé.

» Ces premières recherches nous ont amené à étudier la solubilité du carbone dans un certain nombre de métaux, tels que le magnésium, l'aluminium, le fer, le manganèse, le chrome, l'uranium, l'argent, le platine et enfin dans un métalloïde : le silicium.

» Dans cet ensemble de recherches, j'ai obtenu des variétés nouvelles de graphite, sur lesquelles j'insisterai plus tard, mais je n'ai jamais obtenu de carbone de grande densité.

» Quant à la technique de ces recherches, elle s'est formée peu à peu ; elle était d'ailleurs tout indiquée dans l'important Mémoire de M. Berthelot sur l'analyse qualitative et quantitative d'un mélange de diamant, de graphite et de carbone amorphe [1].

» L'emploi successif d'acide chlorhydrique ou d'acide azotique, d'acide sulfurique bouillant, d'acide fluorhydrique, enfin du mélange d'acide azotique et de chlorate de potassium nous a permis de séparer tous les composés autres que le diamant.

» C'est au moyen du microscope que nous suivions l'étude des différents corps obtenus et la purification se faisait avec une sûreté telle que nous avons pu séparer quelques milligrammes de diamant de 1^{kg} de cette terre bleue du Cap, formée, comme on sait, d'une brèche serpentineuse renfermant plus de quatre-vingts espèces minérales différentes. La densité se reconnaissait au moyen du bromal ($D = 3,34$) et du bromoforme ($D = 2,9$). Il est commode de substituer au bromal l'iodure de méthylène (3, 4) indiqué récemment par M. Friedel à propos de l'analyse du diamant de la météorite de Cañon Diablo.

» Enfin la dureté était indiquée en rayant une surface de rubis parfaitement polie. Cette surface était examinée à la loupe ou au microscope, puis la poudre ou le petit fragment était frotté sur le rubis, au moyen d'une pointe de bois très dur. Un examen à la loupe permettait facilement de voir les stries formées.

» J'ajouterai que ces deux caractères de la densité et de la dureté appartiennent aussi à un certain nombre de siliciures métalliques et de

---

[1] Berthelot, *Recherches sur les états du carbone* (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XIX, p. 392).

carbures métalliques. Ils ne prennent une réelle valeur que si le corps obtenu brûle dans l'oxygène en fournissant de l'acide carbonique et à une température à peu près constante pour chaque variété de carbone.

» J'arrive maintenant aux expériences faites sous une forte pression.

» Lorsque l'on sature le fer de carbone à une température comprise entre 1100° et 3000°, on obtient par le refroidissement des résultats différents suivant la température à laquelle la masse a été portée. Si l'on ne chauffe qu'à 1100 ou 1200°, il se produit un mélange de charbon amorphe et de graphite, et à 3000° il ne se fait exclusivement que du graphite en très beaux cristaux ([1]). Entre 1100 et 3000°, la fonte liquide se conduit comme une solution qui dissout de plus en plus de carbone au fur et à mesure que la température s'élève. C'est ce qui explique la formation du graphite sur les fontes fortement chauffées aux hauts fourneaux qui, en passant de 1700° à 1100°, point de leur solidification, laissent sortir de leurs masses une abondante cristallisation de graphite.

» Si l'on fait intervenir une forte pression, les conditions de la cristallisation changent complètement.

» Pour réaliser cette expérience, j'utilise la pression produite par l'augmentation de volume que prend une masse de fonte au moment de son passage de l'état liquide à l'état solide. On sait, en effet, que la fonte solide a une densité plus faible que la fonte liquide et que, comme l'eau, elle se dilate au moment de sa solidification.

» Nous avons donc commencé ces recherches en refroidissant brusquement, en la plaçant dans l'eau, une masse de fonte en fusion chauffée à la température de 2000° à 3000°.

» Mais on peut aussi, pour que l'expérience réussisse mieux, entourer un culot de fonte d'une enveloppe de fer doux. Voici comment on réalise cette expérience.

» Du charbon de sucre ([2]) est fortement comprimé dans un cylindre de fer doux fermé par un bouchon à vis du même métal. On fond, au four électrique, une quantité de fer doux de 150^{gr} à 200^{gr}, opération qui n'exige

---

([1]) Lorsque le graphite est préparé à haute température, il est tellement brillant, qu'il réfléchit autant de lumière que le miroir du microscope et qu'il peut à première vue sembler transparent.

([2]) Le charbon de sucre, purifié au rouge par un courant de chlore, puis refroidi dans un courant d'azote, nous a toujours donné de meilleurs résultats que le charbon de bois.

que quelques minutes; puis, dans le bain liquide, on introduit rapidement le cylindre contenant le charbon. Le creuset est aussitôt sorti du four et trempé dans un seau d'eau. On détermine ainsi la formation rapide d'une couche de fer solide, et, lorsque cette croûte est au rouge sombre, on retire le tout de l'eau et on laisse le refroidissement se terminer à l'air.

» Le culot métallique est ensuite attaqué par l'acide chlorhydrique bouillant jusqu'à ce que cet acide ne fournisse plus la réaction des sels de fer. Il reste alors trois espèces de charbon : du graphite en petite quantité quand le refroidissement a été brusque, un charbon de couleur marron, en lanières très minces, contournées, paraissant avoir subi l'action d'une forte pression (nous avons rencontré la même variété dans différents échantillons de la météorite de Cañon Diablo) ; enfin il s'est formé une faible quantité d'un carbone assez dense qu'il s'agit maintenant d'isoler.

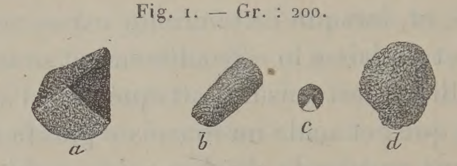
» On traite à plusieurs reprises par l'eau régale, puis par des traitements alternatifs à l'acide sulfurique bouillant et à l'acide fluorhydrique. Le résidu est ensuite placé dans l'acide sulfurique bouilli froid d'une densité de 1,8 pour décanter tout ce qui est charbon léger. La portion la plus dense examinée au microscope ne contient plus que très peu de graphite, et renferme différentes variétés de carbone. On lui fait subir alors six ou huit attaques au chlorate de potassium et à l'acide azotique fumant, préparé par nous, c'est-à-dire aussi exempt d'eau que possible. Après un dernier traitement par l'acide fluorhydrique bouillant, puis après décantation par l'acide sulfurique bouillant pour détruire les fluorures formés, on lave, puis on sèche le résidu et l'on sépare par le bromoforme quelques fragments très petits, plus denses que ce liquide, qui rayent le rubis et qui, chauffés dans l'oxygène à 1000°, disparaissent.

» Ces fragments sont les uns noirs et les autres transparents. Les premiers ont un aspect chagriné (*fig.* 1), une teinte d'un noir gris, identique à celle de certains carbonados; ils rayent le rubis et leur densité varie entre 3 et 3,5, car quelques-uns tombent au fond de l'iodure de méthylène; certains à surface unie d'un noir plus foncé présentent des arêtes courbes. Les fragments transparents ([1]) qui paraissent brisés en menus

([1]) Lorsque les fragments de carbonado et de diamant sont traités par le chlorate, il arrive souvent qu'ils ne sont plus mouillés par l'eau et la plupart des liquides. Aussitôt que la surface de ces poussières est parfaitement nettoyée, par un phénomène de capillarité, facile à comprendre, ils nagent sur l'eau et ne peuvent être que difficilement précipités au fond d'un verre à pied, rempli de ce liquide.

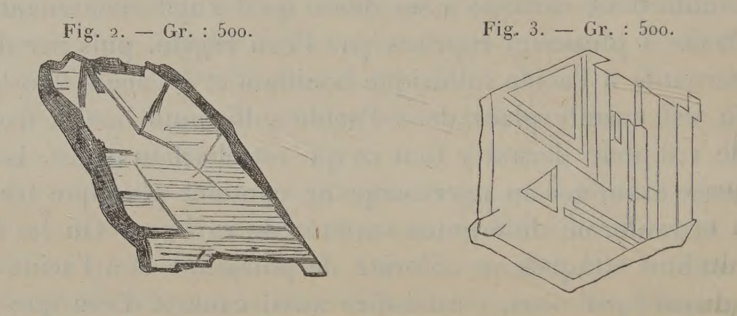
morceaux (*fig.* 2), ont un aspect gras, s'imbibent de lumière et possèdent un certain nombre de stries parallèles et parfois des impressions triangu-

Fig. 1. — Gr. : 200.



laires (*fig.* 3). Ces derniers fragments sont le plus souvent entourés d'une gaine de charbon noir, et on ne les reconnaît qu'après les attaques au chlorate de potassium, attaques qu'il faut porter quelquefois jusqu'au nombre de dix.

Fig. 2. — Gr. : 500. Fig. 3. — Gr. : 500.



» Pour faire la combustion de ces fragments microscopiques, on en plaçait deux ou trois sur une nacelle de platine de forme spéciale, portant de petites cupules à fond plat parfaitement polies. Deux ou trois fragments au plus étaient placés sur chacune de ces surfaces brillantes, puis on les dessinait à la chambre claire; on en faisait la combustion à 1050° dans un courant d'oxygène. En les examinant à nouveau au microscope, on voyait les fragments qui n'avaient pas brûlé et à la place des autres fragments des cendres d'un aspect particulier, d'une couleur légèrement ocreuse et ayant le plus souvent conservé la forme du petit cristal; l'apparence de ces cendres est tout à fait identique à celle des nombreux échantillons de bort et de diamant impurs que nous avons brûlés.

» Quant au rendement, il est tellement faible que nous n'avons pu réunir les quelques milligrammes de cristaux transparents nécessaires pour peser l'acide carbonique produit. Du reste, un certain nombre de nos culots ne nous ont rien donné, soit que la pression ait été insuffisante, soit que le carbone se soit réparti rapidement dans toute la masse du métal. Dans ces cas, qui n'ont été que trop nombreux, après les traite-

ments au chlorate de potassium et à l'acide fluorhydrique, il ne restait absolument rien sous le champ du microscope.

» On peut obtenir le même phénomène, mais plus difficilement encore, en faisant refroidir assez rapidement dans un courant de gaz d'éclairage un culot de fonte saturé de charbon de sucre et chauffé au préalable à 2000°; les petits cristaux ainsi obtenus sont aussi très peu nombreux, mais ils ressemblent davantage aux petits fragments de diamant transparents que nous avons rencontrés dans la terre bleue du Cap. Cette expérience est plus délicate à réaliser que la précédente (¹).

» On sait que l'argent possède aussi l'intéressante propriété d'augmenter de volume en passant de l'état liquide à l'état solide; il était donc tout indiqué pour ces recherches et c'est même par lui que nous avons commencé.

» A la température de sa fusion, l'argent ne dissout que des traces de charbon, mais si l'on chauffe de l'argent dans le four électrique de façon à l'amener en pleine ébullition en contact avec une brasque de charbon de sucre, il dissout alors une certaine quantité de carbone. En le refroidissant brusquement dans l'eau, il se forme un culot emprisonnant une partie d'argent liquide qui, par refroidissement, sera soumise à une forte pression. On attaque ensuite le métal par l'acide azotique bouillant et le traitement est continué comme il est indiqué ci-dessus.

» Il se produit, dans ces conditions, un rendement un peu plus grand en carbonado. Ce dernier se présente soit sous l'aspect grenu, soit sous l'aspect de plaques pointillées (²), soit en masses à cassures conchoïdes, à aspect peu brillant et gras, d'une densité qui peut varier entre 2,5 et 3,5 (³). Cette expérience qui ne conduit pas jusqu'au diamant est très

---

(¹) Nous rappellerons que M. Hannay a déjà indiqué la formation de cristaux transparents, présentant les caractères du diamant, lorsque l'on chauffe sous une forte pression, dans un tube de fer, un mélange de lithium, de noir de fumée, d'essence de paraffine et d'huile d'os. Ce savant attribue aux substances azotées de ce dernier composé un rôle prépondérant dans la formation du carbone cristallisé (J.-B. Hannay, *Proceedings of the Royal Society*, 19 février 1880, vol. XXX, p. 188).

(²) Certains échantillons de carbonados naturels, remis par M. Marignac, de Genève, à M. Des Cloizeaux, présentent le même aspect.

(³) M. Marsden avait annoncé, dès 1880, l'existence de quelques cristaux noirs à arêtes courbes dans l'argent chauffé vers 1500° en présence de charbon de sucre, mais sans attribuer aucun rôle à la pression (R. Sidney Marsden, *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh*, vol. XI, p. 20; 1880-1881).

intéressante en ce sens qu'elle nous démontre l'existence d'une série de carbonados dont la densité croît depuis la densité du graphite 2 jusqu'à la densité de 3 et au-dessus. En traitant le mélange par le bromoforme, nous avons pu obtenir un carbonado rayant le rubis et brûlant dans l'oxygène à 1000°. Il nous a même été possible de faire ici une expérience quantitative et 0,006 de ce carbone à haute densité nous a fourni 0,023 d'acide carbonique.

» Nous ajouterons que les culots d'argent fin que nous avons employés contenaient parfois, sans que nous le sachions, une très petite quantité d'or et que nous avons retrouvé des grains de carbon imprégné de ce métal qui disparaît rapidement à l'eau régale. Il est assez curieux de rapprocher ce fait de la découverte, faite par M. Des Cloizeaux, de carbonado naturel renfermant de petits globules d'or.

» En résumé, bien que nous ayons tenté beaucoup d'expériences sur le fer, quelques-unes seulement nous ont fourni de très petits cristaux transparents, présentant tous les caractères du diamant. Nous rappellerons que les difficultés de l'expérience nous ont empêché d'en obtenir quelques milligrammes, tandis que nous avons toujours reproduit, soit au moyen du fer, soit au moyen de l'argent, la variété de carbone d'une densité voisine de 3, rayant le rubis et entièrement combustible dans l'oxygène. Les propriétés de cette dernière variété de carbone l'identifient avec le carbonado ou diamant noir.

» Nous continuons ces recherches sur la solubilité du carbone dans le fer, l'argent et leurs alliages. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la reproduction du diamant;* par M. C. **Friedel.**

« J'applaudis d'autant plus volontiers aux résultats si intéressants que notre Confrère M. Moissan vient d'obtenir et de communiquer à l'Académie, que je m'occupe moi-même, depuis quelque temps, de chercher la solution du même problème. Après avoir constaté la présence du diamant dans le fer météorique de Cañon Diablo, dans des conditions telles que le précieux minéral avait dû se former sur place, il était naturel de tenter de reproduire celui-ci en se servant des éléments qui l'accompagnent dans la météorite. Ceux-ci se réduisent au fer, au soufre, au nickel et au phosphore, et l'on peut admettre que les deux premiers ont joué dans la formation du diamant un rôle prépondérant, d'autant plus que le carbone

accompagne dans le fer météorique des nodules de troïlite, dans lesquels il est comme localisé.

» D'anciennes expériences sur le changement de couleur de certains diamants du Brésil m'avaient conduit à la conclusion que ceux-ci avaient pu se former à des températures relativement basses. C'est donc dans ce sens que j'ai dirigé mes essais.

» J'ai d'abord tenté de faire réagir le sulfure de carbone sur le fer sous pression. Pour cela, j'ai enfermé du sulfure de carbone dans un petit bloc d'acier doux dans lequel était creusée une cavité pouvant être fermée au moyen d'une vis très exactement travaillée, que l'on forçait avec une longue clef.

» J'ai fait chauffer ensuite le tout, dans une expérience, au rouge cerise; dans une autre, au rouge sombre, puis j'ai fait scier le petit bloc par le milieu. Dans les deux cas, le sulfure de carbone a été décomposé en laissant la cavité remplie de carbone amorphe. Le soufre s'était comme diffusé dans le bloc d'acier, sans que l'on trouvât à la surface de la cavité autre chose qu'une mince pellicule de protosulfure. Le métal du bloc n'avait pas changé d'aspect, mais renfermait du soufre jusqu'à une assez grande distance du centre. A $1^{cm},5$ environ, on en a trouvé 0,2 pour 100.

» Cette répartition du soufre semble prouver que le fer météorique de l'Arizona, dans lequel on trouve des nodules de troïlite au milieu de fer métallique et d'un sous-sulfure de fer particulier, n'a pas été porté à une température aussi élevée.

» J'ai fait ensuite réagir le soufre sur de la fonte en copeaux, très riche en carbone (4 pour 100 environ), en vase clos, à la température d'ébullition du soufre, dans une expérience, à une température un peu plus élevée (500° environ) dans l'autre, pendant un temps prolongé. Après avoir dissous le protosulfure de fer formé dans la première expérience, et avoir traité le carbone restant par l'acide azotique fumant et le chlorate de potassium, il est resté une très petite quantité d'une poudre noire, avec laquelle il a été possible de rayer le corindon. Je mets sous les yeux de l'Académie le saphir ainsi rayé que j'avais apporté pour le prêter à notre éminent Secrétaire perpétuel, M. Berthelot.

» Si cette expérience rend probable la production du diamant dans ces conditions, elle ne suffit pas pour fournir une preuve absolue, celle-ci ne pouvant être apportée que par l'analyse.

» Aussi n'en aurais-je pas encore parlé à l'Académie, si je n'avais voulu me réserver le droit de poursuivre ces expériences, faites dans des condi-

tions très différentes de celles de M. Moissan, sans qu'on puisse me reprocher d'empiéter sur le terrain si bien travaillé par mon savant confrère. »

M. **Berthelot** ajoute :

« Notre Confrère, M. Moissan, me semble avoir résolu le problème de la formation du diamant noir ou bort, et même celui du diamant transparent et cristallisé; la suite de ses expériences le conduira à un résultat complet. J'avais commencé des essais sur la même question, par une voie différente, en essayant de dissoudre le carbone dans le phosphure de fer, obtenu en réduisant le phosphate de fer par le noir de fumée. Il est facile de préparer ainsi en quantités considérables un phosphure fondu, renfermant du carbone dans un état particulier, lequel peut être isolé par l'emploi successif de l'eau régale, de l'acide fluorhydrique, du chlorate de potasse mêlé d'acide azotique fumant (employé à cinq ou six reprises, avec chauffages au rouge sombre intermédiaires), de l'acide fluorhydrique encore, enfin du bisulfate de potasse fondu, au rouge sombre. L'action de ce carbone sur le corindon n'avait pas fourni de résultats décisifs et je poursuivais mes essais. Mais les expériences de M. Moissan me paraissant concluantes, je m'empresse d'abandonner ce sujet et d'applaudir à son succès. Ce sera une nouvelle découverte, à ajouter à celles qui honorent l'Académie. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la pathogénie du diabète. Rôle de la dépense et de la production de la glycose dans les déviations de la fonction glycémique;* par MM. **A. Chauveau** et **Kaufmann**.

« Il n'est guère de sujet qui importe plus aux progrès de la Physiologie générale que la pathogénie du diabète. La fonction glycémique joue, en effet, un rôle des plus importants dans les actes nutritifs, en concourant à l'alimentation des sources de la force vive nécessaire au travail physiologique de l'organisme animal. Une théorie nette et précise des troubles qui se traduisent, par le diabète sucré, dans cette fonction, serait donc d'un précieux secours pour l'étude des phénomènes délicats et complexes de la nutrition. Le but de cette Note n'est pas de fournir cette théorie, mais d'en préparer les bases, en montrant quelle est la cause immédiate de la déviation fonctionnelle qui provoque le diabète sucré, c'est-à-dire la glycosurie.

» Nous rappellerons d'abord, en quelques mots, ce qui est entendu ici par la *fonction glycémique* et ses déviations.

» Le sang, privé de tout apport alimentaire, c'est-à-dire étudié sur un sujet soumis au jeûne, contient constamment de la glycose. C'est celui des veines sus-hépatiques qui est le plus sucré de toute l'économie, et le sang veineux de la circulation générale est toujours moins riche en glycose que le sang artériel. Ce sucre physiologique est donc en état de formation et de destruction incessantes. Il est formé dans le foie (Cl. Bernard) et détruit ou transformé dans les réseaux capillaires intermédiaires entre les artères à sang rouge et les veines à sang noir (A. Chauveau). C'est cette condition du sang qui est exprimée par le terme de *fonction glycémique*. Expression impropre sans doute, car elle fait entendre une manifestation d'activité, un mouvement et ne s'applique, en réalité, qu'à une sorte d'état statique. La *vraie fonction glycémique* se compose des actes nutritifs intimes qui préparent, transforment et utilisent les matériaux du sucre du sang. Mais il y a grand avantage, en raison de la commode simplicité qui en résulte pour l'exposition, à caractériser ces actes, peu connus dans leur mécanisme immédiat, par l'état qu'ils communiquent au sang, au point de vue de la teneur en glycose.

» Cet état du sang est communément désigné par l'expression de *glycémie*. On emploie aussi couramment celles d'*hyperglycémie* et d'*hypoglycémie*, appliquées aux cas d'exagération ou de diminution de la *glycémie normale* ou *physiologique*. La *fonction glycémique* représente donc d'une manière assez heureuse l'ensemble des actes qui aboutissent au maintien, à la permanence de la glycose dans le sang, à l'équilibre entre la dépense et la production de cette substance. Prendre ainsi les choses en bloc, ce n'est pas éluder les difficultés que présente l'analyse des phénomènes, mais restreindre, provisoirement, le champ des investigations pour en rendre l'exploration plus facile.

» On sait que la *glycosurie*, symptôme essentiel du diabète sucré, est le fait de l'*hyperglycémie*, c'est-à-dire d'une accumulation anormale de sucre dans le sang. Mais quelle est la cause immédiate de cette hyperglycémie? Le sang devient-il trop riche en sucre parce que les tissus cessent d'emprunter cette substance au fluide nourricier pour les besoins des actes nutritifs qui se passent au sein des éléments anatomiques? Ce fluide s'enrichit-il, au contraire, en matière glycosique, parce que le foie en verse davantage dans le torrent circulatoire, ou même parce que d'autres organes deviennent alors des auxiliaires du foie dans sa fonction glycoso-forma-

trice? En d'autres termes, est-ce la dépense du sucre qui s'arrête ou la production qui s'exagère quand cette substance s'accumule dans le sang du diabétique, au point de provoquer une élimination par la voie rénale? C'est le premier problème qui se passe. Les cliniciens et les physiologistes ont cherché à le résoudre. Sa solution reste néanmoins toujours en suspens.

» La méthode à laquelle nous avons eu recours, pour essayer de trouver cette solution, repose tout entière sur les résultats de l'analyse comparative des sangs artériels et veineux de la circulation générale. Trois cas pouvaient se présenter : ou bien le sang veineux serait, comme à l'état normal, moins riche en glycose que le sang artériel, et alors l'hyperglycémie devrait être mise sur le compte, non d'un défaut de consommation de la glycose, mais sur celui d'un excès de production; ou bien, les deux sangs se montreraient à peu près également riches en sucre, ce qui impliquerait nécessairement une dépense nulle de cette substance dans les réseaux capillaires et placerait dans ce défaut de dépense la cause de l'hyperglycémie; ou bien, enfin, le sang veineux deviendrait toujours plus sucré que le sang artériel, d'où indice certain que l'hyperglycémie est due à une production de glycose sur place, dans tous les tissus de l'économie. Voilà le principe auquel nous avons demandé la solution du problème de l'hyperglycémie diabétique.

» Mais il nous a paru que, pour donner à cette solution un caractère vraiment scientifique, nous ne devions pas considérer seulement le cas du diabète. Nous avons pensé que, dans cette étude de la dépense de glycose effectuée par l'organisme troublé, il nous fallait comprendre toutes les déviations de la fonction glycémique, les modifications en moins, comme les modifications en plus, l'*hypoglycémie* avec l'*hyperglycémie*, à tous les degrés qu'elles peuvent présenter.

» Nombreux sont les cas dans lesquels l'*hyperglycémie* et l'*hypoglycémie* peuvent être provoquées expérimentalement. Nous les avons étudiés à peu près tous; mais nous nous sommes particulièrement attachés, pour le moment, d'une part, aux espèces où les déviations de la fonction glycémique sont provoquées par une atteinte du système nerveux central; d'autre part à l'hyperglycémie du diabète expérimental de von Mering et Minkowski. On devinera aisément les raisons de ce rapprochement, et nous espérons être en mesure de les développer prochainement en montrant par quels liens le diabète pancréatique se rattache à l'hyperglycémie et à la glycosurie de cause nerveuse centrale.

» Nous croyons inutile de fournir aucun détail sur nos procédés expérimentaux. Il nous suffira de donner quelques indications générales à ce sujet.

» Et d'abord, prévenons que notre étude actuelle vise exclusivement la glycogénie essentiellement autochtone, indépendante de toute intervention des matières sucrées ou saccharifiables fournies au sang par le travail de la digestion. Nos expériences ont donc toujours porté sur des sujets (des chiens) en état de jeûne.

» Ajoutons que, dans ces expériences, la cueillette et le traitement des deux sangs qui doivent être comparés ont été exécutés dans des conditions d'uniformité aussi parfaites que possible. Pour assurer l'exactitude des résultats comparatifs des deux analyses, il faut, en effet :

» 1° Que les deux sangs soient recueillis *simultanément et en même quantité;*

» 2° Qu'on les traite exactement de la même manière ([1]);

» 3° Que les opérations en général, particulièrement le dosage de la glycose par la liqueur titrée, soient toujours exécutées par le *même* manipulateur exercé.

» Il est bien rare qu'avec ces précautions on n'arrive pas à une constante exactitude, mais il n'en faut négliger aucune. On doit tenir surtout (ce qui n'est jamais bien difficile) à ce que les deux sangs soient puisés *en même temps* dans les deux vaisseaux : il suffit parfois d'un si court intervalle pour que la composition du sang se modifie, surtout dans les expériences où l'on fait intervenir les lésions du système nerveux! Il nous est arrivé, il est vrai, d'être obligé de donner quelque accroc à ce principe de l'identité absolue des conditions expérimentales : c'est de peu de conséquence quand les expériences sont multipliées. En effet, les petites irrégularités qui peuvent se produire alors, dans le dosage du sucre, se noient dans la masse des résultats irréprochables et n'en modifient pas sensiblement la moyenne.

([1]) La méthode de traitement importe peu. J'ai obtenu jadis d'excellents résultats de l'emploi du noir animal acidulé avec l'acide acétique. Plus tard, les traitements au sulfate de soude, ou à l'alcool, nous ont également bien réussi. Dans les expériences actuelles, c'est le procédé Artus qui a été mis en œuvre. L'important, c'est d'être parfaitement familiarisé avec la méthode que l'on a adoptée, quelle qu'elle soit, et de l'appliquer toujours de la même manière. Les analyses comparatives sont alors très suffisamment exactes, même quand la méthode de traitement est incapable de donner intégralement le chiffre absolu de la glycose contenue dans le sang.

» A l'état physiologique, l'analyse comparative du sang artériel et du sang veineux, pratiquée dans les conditions qui viennent d'être rappelées, ne manque jamais de démontrer que le sang veineux est moins riche en sucre que le sang artériel. Pourquoi ce fait, que nous avons pu vérifier des centaines de fois depuis sa première constatation en 1856 (¹) a-t-il été

(¹) On continue encore à commettre l'erreur d'attribuer à Claude Bernard la démonstration de ce fait et de la conséquence qui en découle, la consommation incessante de glycose qui se fait dans les capillaires de la circulation générale. Je réitérerai ici la rectification que j'ai faite déjà en 1886, le 22 novembre (*Comptes rendus*, t. CIII). Dès 1856, ce fait, et plusieurs autres qui y sont connexes, avaient été nettement établis par moi. On s'en convaincra en consultant mes Mémoires du temps, tout particulièrement les deux publications suivantes :

1° *Nouvelles recherches sur la question glycogénique* (*Comptes rendus*, t. XLII, p. 1008; 1856.

2° *Se forme-t-il du sucre dans l'intestin des animaux nourris exclusivement à la viande?* (*Moniteur des hôpitaux*, p. 946; 1856).

Il est indispensable que je rappelle ici, en quelques lignes, les points nouveaux que je mets en lumière dans ces deux Mémoires.

1° Claude Bernard, en 1856, pensait qu'en dehors de l'état de digestion le sang de la circulation générale est absolument privé de glycose : je démontre que la glycose est un élément constant du sang, non pas seulement sur les sujets qui ne sont pas en état de digestion, mais sur ceux qui sont soumis à l'inanition. Le sucre ne disparaît du sang qu'au moment où commence, chez les inanitiés, la période de refroidissement qui précède la mort.

2° Sur les animaux à jeun le sang du cœur droit est sucré, d'après Claude Bernard, et celui du cœur gauche absolument privé de glycose : mes expériences, à moi, établissent que le sang des deux cœurs est toujours à peu près également sucré chez les sujets soumis au jeûne, quelle que soit la durée de celui-ci.

3° Claude Bernard admettait donc que le sucre formé dans le foie se détruit entièrement dans le poumon : je prouve qu'au contraire le sucre du sang n'est ni arrêté, ni transformé pendant la traversée des capillaires pulmonaires. Ce sucre arrive intact dans les artères du système aortique qui le portent aux capillaires de la circulation générale, où il est utilisé en partie par la création de la force vive nécessaire au travail physiologique des tissus vivants. *Le sang des veines est, en effet, toujours moins sucré que le sang des artères afférentes.*

4° J'ajoute que dans ces mêmes Mémoires, c'est-à-dire en 1856, je donne les résultats des premières analyses qui aient été faites sur le sang des veines sus-hépatiques recueilli sans avoir subi de stagnation dans le foie. J'avais imaginé pour cela un procédé de cathétérisme de ces veines par la jugulaire, la veine cave supérieure, l'oreillette droite, la veine cave inférieure, l'embouchure des principales veines sus-hépatiques du lobe droit du foie. Or ce procédé, qui permet d'obtenir le sang hépatique presque sans traumatisme, sur l'animal vivant, en plein état physiologique pour ainsi

accepté tardivement et trouve-t-il même encore quelques contradicteurs, quoiqu'il n'y ait probablement plus un seul physiologiste qui n'admette la destruction partielle de la glycose du sang dans la traversée des capillaires? Il ne faut accuser, croyons-nous, que l'inobservation de la prescription dont il vient d'être question, concernant la rigoureuse uniformité à introduire dans les conditions des analyses comparatives, destinées à mettre en évidence la différence de composition des deux sangs. Et malgré cette inobservation possible, il n'en reste pas moins acquis que les physiologistes dissidents qui ont fait un certain nombre de ces analyses arrivent aux mêmes résultats moyens que nous-mêmes. C'est ce qu'il nous serait très facile de démontrer, en citant, par exemple, les tableaux dans lesquels Seegen expose la composition moyenne du sang de la veine porte comparé à celui de l'artère carotide, dans les cas de jeûne ou d'alimentation avec de la viande ou des corps gras.

» Or, *la même infériorité du sang veineux sur le sang artériel, au point de vue de la teneur en sucre, se retrouve dans toutes les déviations de la fonction glycémique qui sont provoquées par une lésion du système nerveux central. Cette infériorité se montre également dans l'hyperglycémie qui suit l'extirpation du pancréas.* La démonstration en sera faite par la présentation des résultats de nos analyses dans chaque cas particulier. »

---

dire, est couramment attribué en Angleterre, en Allemagne, même en France, à tel ou tel physiologiste qui ne l'a mis en œuvre que bien longtemps après moi.

Claude Bernard connaissait bien toutes ces contributions importantes apportées par mes travaux à l'étude de la fonction glycogénique. J'ose dire qu'il les estimait : il me l'a souvent témoigné. Dans son cours de 1876, il ne les a pas oubliées, puisqu'il les cite et qu'il les adopte sans aucune restriction. Peut-être Claude Bernard n'a-t-il pas été assez clair ni assez explicite dans ses citations. Mais était-ce bien nécessaire? Ne devait-il pas supposer parfaitement connus des travaux publiés depuis près de vingt ans? En tout cas, il est assez singulier que je sois considéré, dans la question actuelle, comme ayant confirmé les faits et les vues de Claude Bernard, lorsque c'est lui, au contraire, qui a eté mon confirmateur, ce dont je me trouve très grandement honoré.

On ne se méprendra pas sur la signification de ma réclamation actuelle. Elle ne va pas à la mémoire de Claude Bernard, mais à ceux qui interprètent mal son cours de 1876. J'ai toujours présenté mes contributions en glycogénie et je les présente encore comme une conséquence naturelle de la belle découverte due au génie expérimental de Claude Bernard. Je ne m'enorgueillis que d'une chose, c'est de les avoir produites à l'appui de cette découverte, à une époque où, de tous côtés, les faits méconnus ou incomplètement vus par Claude Bernard étaient présentés, non sans esprit de dénigrement, comme des arguments plaidant contre la réalité de cette découverte.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de préparer une liste de candidats à la place d'Associé étranger, laissée vacante par le décès de M. *Owen*.

Cette Commission doit comprendre, outre le Président en exercice, trois Membres pris dans les Sections de Sciences mathématiques, et trois Membres pris dans les Sections de Sciences physiques.

MM. **Hermite**, **Faye**, **Bertrand**, **Pasteur**, **H. Milne-Edwards** et **Charcot** réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES LUS.

TOPOGRAPHIE. — *Sur les progrès de l'art de lever les plans à l'aide de la Photographie, en Europe et en Amérique.* Note de M. **A. Laussedat**.

» La méthode que j'ai proposée, avec une grande insistance (¹), pour lever les plans à l'aide de vues pittoresques dessinées à la chambre claire ou obtenues par la Photographie et à laquelle l'Académie a bien voulu donner son approbation, il y a trente-trois ans, vient de recevoir une nouvelle consécration dans un pays dont tous les instincts sont restés français, au Canada. Ce fait considérable me semble devoir être signalé, à la fois, aux cartographes de profession, et aux voyageurs scientifiques qui font un si fréquent usage de la Photographie pour fixer leurs souvenirs, et dont quelques-uns ont pu aussi en tirer parti dans l'intérêt de la Topographie et de la Cartographie.

» J'ai déjà eu, plusieurs fois, l'occasion de mentionner avec plus ou moins de détails, les applications de la méthode dont il s'agit, tentées, en

(¹) *Mémorial de l'officier du Génie*, nos 16 et 17, 1854 et 1864; *Comptes rendus*, t. XLIX, 1859; t. L, 1860; t. LIX, 1864, et t. CXIII, 1890; *Magasin pittoresque*, année 1861; *Annales du Conservatoire des Arts et Métiers*, 2e série, t. II, III et IV; *Paris-Photographe*, passim; *Association française pour l'avancement des Sciences*, session de Pau, 1892.

premier lieu, en France, il y a plus de quarante ans, sous les auspices du Comité des fortifications qui a continué à s'y intéresser jusqu'en 1870, puis en Allemagne où elle a pénétré vers 1865, grâce à la publicité qui lui avait été donnée dans le *Bulletin de la Société française de Photographie* ([1]), ensuite en Italie où, depuis 1878, elle est employée très habilement à la construction de la Carte des Alpes, à l'échelle de $\frac{1}{50000}$, enfin plus récemment encore en Autriche où, comme en Italie, on s'en sert surtout dans les reconnaissances faites en pays de montagnes.

» Sans examiner ici si la méthode doit être réservée aux contrées très accidentées, et si elle se prête mieux à la construction des Cartes proprement dites qu'au lever des plans à grandes échelles, j'arrive à l'exposé des travaux topographiques entrepris au Canada depuis le milieu de l'année 1888.

» Ces travaux sont exécutés sous la direction de M. E. Deville, surveyor général ([2]), par M. W.-S. Drewry pour la triangulation et par M. J.-J. Mc Arthur pour la topographie.

» La Carte entière comprendra une zone de vingt milles (32^{km} environ) de chaque côté du chemin de fer Pacifique canadien, cédé au Gouvernement fédéral par la province de la Colombie anglaise. Ce chemin de fer, en quittant la prairie, s'engage par la vallée de la Bow River, dans les montagnes Rocheuses, qu'il traverse dans toute leur largeur.

» La Carte gravée que je mets sous les yeux de l'Académie, exécutée à l'échelle de $\frac{1}{40000}$, comprend une partie de cette vallée et le parc fédéral dit *parc des Montagnes Rocheuses du Canada*. La surface du pays représenté, avec son relief qui, sur certains points, atteint 3500^{m} d'altitude, exprimé par des sections horizontales équidistantes de 100 pieds en 100 pieds ($30^{m},5$), est de 2500^{kmq} ($250\,000^{ha}$); elle a été levée en trois années, de 1888 à 1890, ce qui correspond en moyenne à 800^{kmq} ou 900^{kmq}.

» On voit sur le Tableau d'assemblage joint à cette Carte, et qui comprend en outre les travaux effectués en 1891 et 1892, que la vitesse atteinte par les opérateurs a beaucoup augmenté; elle est actuellement de 1300^{kmq}; la surface totale levée en cinq ans est de 5200^{kmq}.

» La brigade qui exécute le travail sur le terrain est composée de l'ingénieur M. Mc Arthur, d'un aide topographe et de deux porteurs.

» Les circonstances atmosphériques dans un pays montagneux et si peu fréquenté, situé entre le 51e et le 52e degré de latitude nord, sont des plus

---

([1]) Cette Société me décernait, cette même année, l'une de ses médailles pour mes *levés photographiques*.

([2]) Auteur d'un excellent Ouvrage ayant pour titre : *Photographic Surveying*, Ottawa; 1889.

défavorables. On ne peut se rendre sur le terrain que vers le milieu de juin et il faut le quitter avec le mois d'octobre.

» Les opérateurs ont, en outre, même pendant ces trois ou quatre mois, à compter avec le brouillard, la pluie, les tempêtes de neige et avec un phénomène local des plus gênants, la fumée des feux des forêts, aussi dense que le brouillard le plus épais. Il en résulte que le nombre des jours où l'on peut travailler est extrêmement limité et que, par les procédés ordinaires, on ne parviendrait que bien lentement à dresser une Carte qui resterait nécessairement très imparfaite.

» La supériorité de la méthode photographique est donc incontestable dans de semblables circonstances, qui se présentent d'ailleurs à peu près partout en pays de montagnes. L'expérience de cinq années consécutives a prouvé, en effet, que les documents recueillis pendant le petit nombre de jours favorables étaient suffisants pour occuper l'ingénieur et son aide pendant les huit autres mois de l'année.

» M. le surveyor général E. Deville, à qui je dois les renseignements qui précèdent, y a joint un relevé détaillé de la dépense faite annuellement pour l'obtention des photographies et la construction de la minute de la Carte. Cette dépense s'élève à moins de 3 dollars, \$2,84, ou $14^{fr},25$ environ par kilomètre carré, soit $0^{fr},15$ par hectare.

» Je pense que l'Académie me permettra, en terminant cet exposé, de citer textuellement la dernière phrase de la lettre de M. E. Deville qui accompagnait l'envoi qu'il m'a fait de la première livraison de la Carte de la zone du chemin de fer Pacifique canadien :

« Ainsi que vous le voyez, je n'ai rien changé d'essentiel aux procédés que vous avez été le premier à indiquer; je n'ai fait que les adapter à nos besoins. Nos instruments diffèrent peu des vôtres et sont, je crois, beaucoup plus pratiques que les nombreuses inventions de ces dernières années. »

» Je n'ai rien à ajouter à cette déclaration toute spontanée de la personne qui, jusqu'à ce jour, a fait l'expérience la plus étendue et la plus concluante de la méthode photographique ou photogrammétrique, pour employer l'expression adoptée par les auteurs allemands.

» J'avais, depuis quelque temps, le dessein de soumettre à l'Académie un dernier modèle de photothéodolite, exécuté avec beaucoup de soin par MM. Ducretet et Lejeune. Cet instrument identique, quant à son principe, avec celui que j'avais fait construire, dès 1859, par Brunner, comprend un champ plus étendu, grâce aux progrès de l'Optique topographique, et cependant il est plus portatif, d'abord parce que j'ai réduit la distance

focale de l'objectif et aussi parce que j'ai pu employer l'aluminium pour une bonne partie des organes.

» J'ai saisi l'occasion que me fournissait le témoignage si loyal de l'honorable M. E. Deville, pour rapprocher cet instrument de l'œuvre remarquable que nos travaux ont inspirée, comme ils ont inspiré d'ailleurs, on ne pourrait en douter, les diverses tentatives des autres savants et opérateurs étrangers venus après nous et dont le nombre va, chaque jour, en augmentant (¹). »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherche de la proportion d'oxyde de carbone qui peut être contenue dans l'air confiné, à l'aide d'un oiseau employé comme réactif physiologique*. Note de M. N. **Gréhant** (²).

« Après avoir reconnu par l'expérience la loi d'absorption de l'oxyde de carbone par le sang d'un mammifère vivant, qui est la loi de Dalton, (*Comptes rendus*, 1892), j'ai indiqué que l'on peut mesurer la proportion d'oxyde de carbone qui peut être contenue dans l'air confiné, en y faisant respirer un chien pendant une demi-heure, puis en dosant l'oxyde de carbone dans un échantillon de sang pris dans l'artère carotide.

» L'application de ce procédé, qui se fait facilement dans un laboratoire, est plus difficile dans la pratique : dans la recherche de l'oxyde de carbone, on hésiterait à faire conduire un chien opéré dans une salle, dans une voiture chauffée, ou dans des ateliers, qui peuvent contenir une certaine quantité de gaz toxique. Aussi j'ai pensé qu'il valait mieux employer un oiseau, que l'on peut, sans aucun inconvénient, faire porter et laisser une demi-heure dans une atmosphère confinée; l'animal est ensuite sacrifié par la section du cou : on recueille le sang dans une capsule de porcelaine, où il est défibriné avec une spatule.

» J'ai fait d'abord deux expériences de vérification du procédé :

» 1° Je compose, dans un sac de caoutchouc, un mélange de 50^{lit} d'air et de 50^{cc}

(¹) Pour ne laisser aucun doute à ce sujet, j'ai fait placer, à côté de la belle Carte qui nous vient du Canada, le lever des environs de Sainte-Marie-aux-Mines, exécuté en 1867 par les mêmes procédés, par M. le capitaine aujourd'hui commandant Javary, dont la collaboration m'a été si précieuse et qui avait, dès cette époque, amené le nouvel art à un degré de perfection qui n'a pas été dépassé.

(²) Travail du laboratoire de Physiologie générale du Muséum.

d'oxyde de carbone pur, à un millième. Sur la tête d'un canard, pesant $2^{kg},3$, on fixe une muselière de caoutchouc et, à l'aide de soupapes à eau offrant une très faible résistance, on fait respirer à l'oiseau le mélange gazeux pendant trente minutes; on sectionne le cou avec des ciseaux et l'on recueille 38^{cc} de sang défibriné, qui est introduit dans mon appareil servant à l'extraction des gaz du sang (ballon à long col et pompe à mercure); l'extraction des gaz ayant été faite à 40°, on fait pénétrer 30^{cc} d'acide acétique (à 8°), et l'on porte le bain d'eau à 100°; on recueille 11^{cc} de gaz.

	11^{cc}
Potasse..................	4,3
Acide pyrogallique........	3,5
Protochlorure de cuivre..	1,2
	2,3 oxyde de carbone.

» Cela ferait $6^{cc},05$ d'oxyde de carbone pour 100^{cc} de sang; il est intéressant de remarquer que ce nombre est fort voisin de celui, 5,5, que j'ai obtenu chez des chiens qui avaient été placés dans les mêmes conditions, c'est-à-dire qui avaient respiré pendant une demi-heure un mélange d'air et d'oxyde de carbone à $\frac{1}{1000}$.

» 2° Un coq pesant 2^{kg} ayant été attaché sur une planche, on découvre la trachée et l'on fixe un tube dans ce conduit. L'oiseau respire un mélange à $\frac{1}{5000}$ pendant une demi-heure, puis on fait la section du cou; on obtient 32^{cc} de sang qui renfermaient $0^{cc},25$ d'oxyde de carbone, ou $0^{cc},77$ dans 100^{cc} de sang.

» Bien que ce nombre soit un peu inférieur à celui qu'indiquerait la loi de Dalton, que j'ai vérifiée jusqu'ici chez les mammifères seulement et qui serait 1,1 pour $\frac{1}{5000}$, on voit que mon procédé permet de reconnaître dans l'air, sans qu'il y ait aucune incertitude, $\frac{1}{5000}$ et même $\frac{1}{10000}$ d'oxyde de carbone.

» En dosant à l'aide du grisoumètre de M. Coquillion, que j'ai perfectionné, l'oxyde de carbone mélangé avec l'air dans la proportion de $\frac{1}{250}$, on obtient une diminution de volume d'une seule division; si la proportion du gaz combustible est égale à $\frac{1}{1000}$, la réduction est égale à un quart de division : c'est à peu près la limite de sensibilité du grisoumètre.

» Le procédé physiologique que j'ai l'honneur de faire connaître à l'Académie est beaucoup plus sensible, puisqu'il permet de retrouver, dans un volume de sang, soixante fois plus d'oxyde de carbone qu'un égal volume du mélange d'air à un millième n'en contient. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Clavenad** adresse, à propos d'une Communication récente de M. Mercadier, une Note « Sur les mouvements vibratoires dans un milieu isotrope ».

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart.)

M. H. **Merzbach** adresse, de Bruxelles, une Note sur une invention de M. *Louis Kern,* pour neutraliser les effets nuisibles des gaz produits par la carbonisation et le blanchiment dans l'industrie textile.

(Renvoi au Concours des Arts insalubres, fondation Montyon.)

M. L. **Aubert** adresse, par l'entremise de M. Larrey, un Mémoire relatif à « La topographie médicale de Gabès (Tunisie) et de ses environs ».

(Renvoi au Concours du prix de Statistique.)

MM. **Le Testut** et **Em. Blanc** adressent, par l'entremise de M. Bouchard, des « Observations faites sur la coupe du cadavre congelé d'une femme enceinte, arrivée au sixième mois de sa grossesse ».

Au point de vue obstétrical, les auteurs arrivent à cette conclusion que, « lorsque l'organe est en travail, que ce soit dans les premiers mois ou dans les derniers mois de la gestation, les modifications qui se passent du côté du col sont toujours précédées de la formation d'un segment inférieur, et, au-dessus de lui, d'un anneau de contraction.... En même temps que le segment inférieur se constitue, la structure de cette région particulière de l'utérus se modifie. Les fibres circulaires deviennent moins abondantes, et les fibres longitudinales dominent. L'artère utérine subit une élongation spéciale, qui modifie l'ordre d'émission de ses vaisseaux efférents. Enfin le tissu élastique, par sa richesse, semble acquérir une importance de premier ordre ».

(Commissaires : MM. Bouchard, Verneuil, Brouardel.)

CORRESPONDANCE.

M. **Vallier**, nommé Correspondant pour la Section de Mécanique, adresse ses remerciements à l'Académie.

M. **Oct. Callandreau** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section d'Astronomie, par le décès de M. *Mouchez*.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

ASTRONOMIE. — *Sur les propriétés des facules. Réponse à une Note de M.* G. Hale; par M. **H. Deslandres.**

« Dans le précédent numéro des *Comptes rendus*, M. Hale, directeur de l'observatoire de Kenwood-Chicago, présente quelques observations critiques sur un point spécial d'une Note précédente que j'ai publiée dans le même Recueil (25 juillet 1892). Je lui réponds brièvement.

» L'émission très forte des radiations H et K du calcium par les facules solaires, et le procédé nouveau pour la photographie des facules qui en résulte, ont été étudiés par moi dans le deuxième semestre de 1891, et publiés, non le 25 juillet 1892, comme l'écrit M. Hale, mais le 8 février, c'est-à-dire un peu avant les publications similaires de M. Hale sur le même sujet, dans le journal *Astronomy and Astro-physics* (1). — M. Hale cependant assure avoir obtenu ces résultats dès le mois de mai 1891; la chose me paraît toute naturelle, nos travaux ayant été parallèles.

---

(1) Dans le numéro de février qui paraît en Amérique du 15 au 20, et est distribué à Paris le 1er mars. D'autre part, je reconnais que M. Hale a publié un peu avant moi (13 août 1891, *British Association*) ses travaux sur les cinq premières raies ultraviolettes de l'hydrogène; mes propres recherches qui ont porté sur les trois premières raies seulement, mais qui ont complété les résultats encore incertains de M. Hale sur la première raie, ont été présentés à l'Académie le 17 août 1891. En réalité, les recherches ont été parallèles et les résultats obtenus simultanément.

» Dans mes recherches, je me suis servi d'appareils très simples, d'un montage facile; en particulier, de spectroscopes construits par moi-même, en bois blanc. Cette simplicité des moyens, jointe à l'emploi de miroirs, m'a permis d'obtenir, en plus, deux mois au moins avant M. Hale, les cinq dernières radiations ultraviolettes de l'hydrogène de la série stellaire de M. Huggins, avec cinq radiations nouvelles en plus, et de vérifier complètement par l'étude du Soleil la très curieuse formule de Balmer.

» Cette découverte a permis de rapprocher des belles protubérances la nouvelle étoile du Cocher, qui offre, dans la même région, un rayonnement semblable. Puis, poursuivant l'analogie, j'ai montré, le premier, que les raies brillantes de renversement de la nouvelle étoile se retrouvent par le fait des facules, dans la lumière générale du Soleil, mais beaucoup plus faibles, et que les raies solaires, comme celles de la nouvelle étoile, ont aussi, dans certaines circonstances, des déplacements, dus à la rotation du Soleil, mais extrêmement petits. On a ainsi en présence deux cas extrêmes : l'un, où le phénomène saute aux yeux et peut être reconnu avec les instruments ordinaires; l'autre, où il est difficilement perceptible et exige une étude patiente avec les instruments les plus puissants. Or la nature, qui ne fait pas de sauts, présente vraisemblablement, parmi les innombrables étoiles du Ciel, tous les cas intermédiaires, et j'ai proposé incidemment la recherche de ces renversements dans les étoiles, comme fournissant un moyen d'étudier l'état et les mouvements de leur atmosphère. Mais M. Hale met en doute la valeur de la méthode pour l'étude de la rotation, il s'étend longuement sur les difficultés qu'elle présente dans certaines circonstances défavorables. A cela je réponds : ces difficultés sont indiquées implicitement dans le passage très court de ma Note, qui se rapporte à la question, passage que je reproduis, pour éviter toute discussion en dehors de l'interprétation qu'il comporte. Les termes en ont été pesés avec soin, et je les maintiens intégralement :

» Les raies brillantes de renversement représentent l'ensemble des masses incandescentes élevées de l'atmosphère, et leurs déplacements par rapport aux autres raies sont *liés à la rotation de l'astre*. Or on les trouve dans le Soleil : donc il est naturel de les rechercher dans les étoiles.... L'étude de ces renversements fournira des *données précieuses* sur la nature et la rotation de l'atmosphère des étoiles, et permettra d'aborder des questions qui jusqu'alors ont paru inaccessibles.

» Cette étude donne de toute façon une indication sur l'état de l'atmosphère et ce premier résultat la justifie amplement, mais elle ne donne pas en général, comme le suppose M. Hale, la vitesse de rotation; elle

fournit seulement une limite inférieure de cette vitesse, limite qui atteindrait vraisemblablement la moitié ou les $\frac{2}{3}$; cependant elle pourrait, dans certains cas très favorables et sous certaines conditions, permettre la recherche de la durée de rotation totale ([1]).

» Avec les instruments employés actuellement pour les étoiles, il est bon, pour que le déplacement soit bien net, que la vitesse équatoriale de l'astre soit supérieure à la vitesse du Soleil (2^{km}), et voisine par exemple de la vitesse de Jupiter (15^{km} par seconde). D'autre part, la longue étude du Soleil proposée par M. Hale avec les belles photographies de son observatoire et avec des instruments, il est vrai, plus puissants, serait encore pénible et d'ailleurs inutile; car ces renversements pour le Soleil, et les petits déplacements qu'ils subissent ne sont pas niables.

» Pour faire œuvre utile, il conviendrait de compulser les documents énormes réunis déjà, sous la direction puissante de M. Pickering, par l'observatoire de Harvard College, supérieurement organisé pour la spectroscopie stellaire. Ces spectres nombreux, obtenus avec des prismes objectifs et des objectifs à court foyer et grand champ, offriraient peut-être des raies brillantes de renversement, malgré la faiblesse relative de la dispersion. Il faudrait alors les suivre, et mesurer leurs déplacements, qui fourniraient, après discussion, des éléments utilisables pour la rotation.

» En résumé, la recherche proposée serait assurément longue et pénible, mais elle conduirait à des résultats de premier ordre; elle a été simplement indiquée pour montrer une fois de plus la fécondité merveilleuse de l'analyse spectrale et du principe du déplacement posé par M. Fizeau. »

ASTRONOMIE. — *La probabilité de coïncidence entre les phénomènes terrestres et solaires*. Note de M. **G.-E. Hale**.

« Chicago, le 6 janvier 1893.

» Dans une Note communiquée à l'Académie en 1887 (*Comptes rendus*, t. CIV, p. 133), M. Marchand a fait une comparaison des observations du Soleil à l'observatoire de Lyon (1er mai 1885 au 15 octobre 1886) avec les

---

([1]) Une condition à remplir serait, par exemple, que le déplacement variable correspondît au mouvement d'un point mobile avec une vitesse uniforme sur un cercle, auquel cas d'autres éléments intéressants seraient déterminés.

courbes de l'enregistreur magnétique de ce même observatoire. Dans les deux diagrammes joints à la Note, on a indiqué, au-dessus d'une courbe représentant les intensités des perturbations magnétiques, les passages des groupes de taches, des facules et des facules avec pores ou taches très petites, à leurs plus courtes distances au centre du disque solaire. On voit que « chacun de ces maxima (de la courbe) coïncide sensiblement avec le » passage d'un groupe de taches ou d'un groupe de facules à sa plus » courte distance au centre du disque solaire ». M. Marchand ajoute qu'« il ne semble pas y avoir de relations entre l'intensité des perturba- » tions et le diamètre des taches ».

» La coïncidence signalée par M. Marchand est frappante, et l'on est tenté d'y voir une loi générale. Mais il faudra examiner si elle n'est pas due au hasard. M. Veeder croit que les perturbations magnétiques terrestres résultent des perturbations sur le bord est du Soleil, et il ne trouve pas difficile de découvrir une coïncidence parfaite des aurores boréales et de l'apparition des taches et facules à la région indiquée. M. Tacchini, au contraire, maintient que la position de la région perturbée sur le disque solaire n'a pas d'importance.

» Dans les observations de M. Marchand, « les facules ont été générale- » ment observées jusqu'à une assez grande distance des deux bords; on » peut en conclure qu'elles ont dû persister jusqu'au centre, bien que » l'observation se soit rarement étendue jusque-là ». Actuellement, grâce à l'assistance puissante que nous prête la Photographie, il est facile d'enregistrer les facules, partout où elles se trouvent sur le disque solaire visible, avec le spectrohéliographe de l'observatoire de Kenwood (voir *Comptes rendus*, t. CXV, p. 106-109). Depuis le commencement de février 1892, on y fait des photographies du Soleil, avec cet instrument, toutes les fois qu'il est possible. Sur les clichés dont j'ai présenté quelques-uns à l'Académie, on voit que l'étendue des facules est extraordinairement grande : il y a donc grande probabilité qu'une facule existe, à un instant donné, au méridien central ou au bord est du Soleil. La Table ci-jointe donne les résultats d'une étude des 142 clichés, obtenus à des dates différentes : numéro du cliché, date et nombre de groupes de facules au méridien central du Soleil.

N° du cliché D.	Date 1892.		h m	N° des groupes de facules au méridien central.
277.	Janv.	25,	3.12 m.	1
313.	Févr.	4,	4.32 s.	1
315.	»	6,	10.26 m.	1
322.	»	9,	10. 2 m.	1
336.	»	10,	2.31 s.	1
343.	»	11,	11.15 m.	1
344.	»	12,	11.37 m.	2
351.	»	13,	10.42 m.	2
361.	»	15,	11.53 m.	2
366.	»	16,	12.14 m.	2
370.	»	17,	10.33 m.	1
375.	Mars	2,	1.11 s.	1
378.	»	3,	2.38 s.	2
379.	»	8,	3.20 s.	1
381.	»	10,	11.52 m.	2
383.	»	11,	11. 3 m.	2
391.	»	12,	11.35 m.	2
393.	»	14,	12.51 m.	1
395.	»	15,	11.59 m.	2
402.	»	21,	12.19 m.	1
404.	»	23,	4. 8 s.	0
410.	»	24,	1. 8 s.	1
413.	»	27,	11.20 m.	1
414.	»	28,	11.56 m.	1
416.	»	31,	3.22 s.	1
421.	Avril	3,	11.29 m.	1
429.	»	6,	10.45 m.	3
467.	»	9,	3.34 s.	2
481.	»	10,	3.25 s.	1
487.	»	12,	1.24 s.	2
496.	»	15,	1.23 s.	0
505.	»	18,	2.25 s.	1
508.	»	19,	10.36 m.	1
519.	»	21,	9.34 m.	1
524.	»	22,	12.50 m.	2
539.	»	23,	10.57 m.	2
549.	»	25,	3.12 s.	1
555.	»	26,	9.42 m.	2
560.	»	27,	1.32 s.	1
573.	»	29,	12.47 m.	1
577.	Mai	3,	4.41 s.	2
586.	»	4,	12.18 m.	1
591.	»	6,	10.20 m.	2
605.	»	7,	10.52 m.	0
613.	»	12,	12. 0 m.	0
632.	»	14,	2.45 s.	1
645.	»	16,	10.24 m.	1
649.	»	17,	12.47 m.	1
653.	»	18,	2. 2 s.	2
656.	»	21,	10.35 m.	2
687.	»	23,	2.14 s.	1
698.	»	25,	11. 9 m.	0
717.	»	26,	2.22 s.	1
730.	»	27,	1.35 s.	1
736.	Juin	4,	11.32 m.	1
743.	»	6,	12.48 m.	1
752.	»	10,	1.29 s.	1
764.	»	11,	11.26 m.	2
776.	»	13,	10.54 m.	2
782.	»	14,	11.58 m.	2
784.	»	15,	10.37 m.	2
791.	»	16,	10.45 m.	1
801.	»	17,	2.42 s.	2
809.	»	20,	12.33 m.	2
818.	»	22,	4.31 s.	0
823.	»	24,	5. 4 s.	3
827.	»	25,	12. 5 m.	2
839.	Juillet	5,	12. 7 m.	1
851.	»	6,	12. 4 m.	1
858.	»	7,	12.23 m.	1
862.	»	8,	10.15 m.	1
863.	»	11,	10. 8 m.	4
874.	»	12,	11.42 m.	1
884.	»	13,	12. 4 m.	2
893.	»	14,	10.23 m.	1
907.	»	15,	11.51 m.	1
915.	»	16,	10.44 m.	2
929.	»	18,	11. 7 m.	2
934.	»	19,	10.54 m.	1
956.	»	21,	11.30 m.	1
969.	»	23,	4. 1 s.	2
974.	»	25,	12.45 m.	1
987.	»	26,	12. 5 m.	0
1001.	»	27,	11 26 m.	1
1012.	»	28,	12.15 m.	1
1013.	»	29,	3.45 s.	0
1025.	»	30,	12.50 m.	2
1033.	Août	2,	11.52 m.	1
1062.	»	6,	12.15 m.	2
1073.	»	11,	11.25 m.	1
1098.	»	18,	2.20 s.	1
1102.	»	19,	2.11 s.	2
1106.	»	20,	10.48 m.	2
1115.	»	26,	10.52 m.	2
1132.	»	27,	12. 4 m.	2
1135.	»	29,	3.23 s.	0
1144.	»	31,	12.37 m.	2
1154.	Sept.	1,	12.42 m.	2
1163.	»	2,	12.56 m.	2
1168.	»	3,	11.55 m.	1
1177.	»	5,	11.20 m.	1
1186.	»	6,	12.26 m.	2
1196.	»	8,	4.38 s.	1
1201.	»	9,	12.21 m.	2
1215.	»	15,	3.35 s.	3
1219.	»	16,	11. 0 m.	1
1227.	»	17,	11.10 m.	1
1242.	»	20,	4. 8 s.	1
1246.	»	22,	11.22 m.	2
1253.	»	23,	12. 8 m.	2
1260.	»	24,	12.22 m.	1
1270.	»	26,	1.32 s.	1
1275.	»	27,	11.12 m.	1
1286.	»	28,	11.44 m.	0
1299.	»	29,	1.02 s.	1
1313.	»	30,	2.40 s.	1
1317.	Oct.	3,	10.51 m.	2
1329.	»	4,	1.25 s.	1
1339.	»	5,	11.44 m.	1
1342.	»	7,	10.40 m.	1
1351.	»	10,	10.44 m.	1
1365.	»	11,	10.18 m.	1
1376.	»	12,	10. 0 m.	1
1393.	»	13,	2.30 s.	2
1395.	»	14,	12.14 m.	2
1404.	»	15,	1. 2 s.	1
1411.	»	17,	12.57 m.	1
1423.	»	19,	12.55 m.	1
1429.	»	25,	10. 9 m.	1
1439.	»	27,	2.48 s.	1
1444.	»	28,	10.14 m.	2
1456.	»	29,	11.54 m.	2
1467.	Nov.	5,	12.48 m.	1
1472.	»	10,	11.21 m.	1
1480.	»	12,	9.45 m.	1
1503.	»	15,	12.49 m.	1
1511.	»	16,	10.23 m.	1
1529.	»	18,	12.16 m.	2
1538.	»	19,	1.10 s.	1
1542.	»	21,	11.45 m.	1
1549.	»	26,	2.41 s.	1
1551.	Déc.	3,	10.36 m.	1

» On voit que 132 des 142 clichés présentent un ou plusieurs groupes de facules au méridien central du Soleil (c'est-à-dire, à leurs plus courtes distances du centre); sur 8, il n'apparaît pas de groupes ainsi placés; sur 2, les indications sont douteuses. Si nous ajoutons ces deux derniers aux huit précédents (c'est-à-dire, si nous considérons que, parmi les 142 clichés, 10 sont sans facules au méridien central), nous trouvons une probabilité de 0,93 que, à un instant donné, un ou plusieurs groupes de facules seront au méridien central. De plus, comme le nombre de groupes de facules est indépendant de la longitude héliocentrique de la Terre, il résulte des observations faites à Kenwood, pendant cette époque, que *la probabilité qu'à un instant donné un ou plusieurs groupes de facules seront sur un méridien quelconque du Soleil est* 0,93.

» Donc il n'est pas surprenant que nous trouvions, au moment exact d'une perturbation magnétique terrestre, un groupe de facules ou de taches au méridien central ou au bord est du Soleil, du moins avec l'état actuel de l'activité solaire. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une expression explicite de l'intégrale algébrique d'un système hyperelliptique de la forme la plus générale.* Note de M. F. DE SALVERT, présentée par M. Hermite.

« L'importante question d'Analyse, énoncée dans le titre de cette Note, se trouve abordée incidemment, avec une élégance admirable, dans les *Vorlesungen über Dynamik* de Jacobi. Elle n'y est pas résolue complètement, toutefois, ne venant là qu'en hors-d'œuvre, par les équations (3) de la trentième Leçon (p. 232), car il y reste encore à déterminer les n relations qui existent *a priori* entre les $2n$ constantes d'intégration α_i, α'_j et τ, du moment que n d'entre elles seulement doivent demeurer arbitraires.

» Les calculs développés par nous pour trois variables indépendantes dans les Notes III et V de l'Appendice de notre Mémoire *Sur le Système triplement isotherme* (*Annales de la Société scientifique de Bruxelles*, t. XV, p. 283-343, et t. XVI, p. 273-298), étant généralisés pour un nombre quelconque de variables, fournissent alors immédiatement la solution complète de cet important problème, sous la forme que nous allons indiquer pour le cas d'un polynôme de degré impair $2n+1$, auquel se ramène aisément, à l'aide d'un procédé très connu, le cas du degré pair $2n+2$.

» N'envisageant que des polynômes à facteurs simples, et faisant

$$(1)\qquad F(\lambda)=f(\lambda)\varphi(\lambda),$$

$$(2)\qquad f(\lambda)=(a_1+\lambda)(a_2+\lambda)\ldots\ldots\quad(a_n+\lambda)(a_{n+1}+\lambda),$$

$$(3)\qquad \varphi(\lambda)=(b_1+\lambda)(b_2+\lambda)\ldots\ldots\quad(b_n+\lambda),$$

je considère, en premier lieu, les développements

$$(4)\qquad f(\lambda)=\sum_{k=0}^{k=n+1} S^{(k)}\lambda^{n+1-k},\qquad \varphi(\lambda)=\sum_{k=0}^{k=n} U_k\lambda^{n-k},$$

ce qui équivaut, eu égard aux définitions (2) et (3), à poser

$$(5)\quad S^{(0)}=1,\quad S^{(1)}=\sum_i a_i,\quad S^{(2)}=\sum_{ij} a_i a_j,\quad \ldots,\quad S^{(n+1)}=a_1 a_2\ldots a_{n+1},$$

$$(6)\quad U_0=1,\quad U_1=\sum_i b_i,\quad U_2=\sum_{ij} b_i b_j,\quad \ldots,\quad U_n=b_1 b_2\ldots b_n;$$

puis, j'envisage encore les deux développements analogues

$$(7)\qquad \frac{f(\lambda)}{a_i+\lambda}=\sum_{k=0}^{k=n} S_i^{(k)}\lambda^{n-k},\qquad \frac{f(\lambda)}{(a_i+\lambda)(a_j+\lambda)}=\sum_{k=0}^{k=n-1} S_{ij}^{(k)}\lambda^{n-1-k},$$

dont les $(n+1)+n=2n+1$ coefficients seront dès lors définis, en fonction des précédents $S^{(k)}$ (5), par les $2n+1$ égalités comprises dans l'ensemble des deux types suivants, respectivement pour $k=0, 1, 2, \ldots, n$ quant au premier, et $k=0, 1, 2, \ldots, (n-1)$ quant au second,

$$(8)\quad S^{(k)}=S_i^{(k)}+a_i S_i^{(k-1)},\qquad S^{(k)}=S_{ij}^{(k)}+(a_i+a_j)S_{ij}^{(k-1)}+a_i a_j S_{ij}^{(k-2)},$$

en convenant, en outre, pour les exposants négatifs, des valeurs

$$S_i^{(-1)}=0,\qquad S_{ij}^{(-1)}=0,\qquad S_{ij}^{(-2)}=0.$$

» J'emprunte enfin à Jacobi (*ibid.*, 26ste Vorles., pp. 200 et 202) les deux systèmes de variables λ_i et X_i liés entre eux par les équations

réciproques

$$\sum_i \frac{X_i^2}{a_i+\lambda_1}=1, \qquad \sum_i \frac{X_i^2}{a_i+\lambda_2}=1, \qquad \ldots, \qquad \sum_i \frac{X_i^2}{a_i+\lambda_{n+1}}=1$$

$$[i=1,\,2,\,\ldots,\,(n+1)],$$

$$(9) \qquad X_i^2=\frac{(a_i+\lambda_1)(a_i+\lambda_2)\ldots(a_i+\lambda_n)(a_i+\lambda_{n+1})}{(a_i-a_1)(a_i-a_2)\ldots(a_i-a_{i-1})(a_i-a_{i+1})\ldots(a_i-a_{n+1})}.$$

» Ces définitions étant admises, et désignant, en outre, par $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_{n+1}$, $n+1$ constantes liées entre elles par la seule relation

$$(10) \qquad \alpha_1^2+\alpha_2^2+\ldots+\alpha_{n+1}^2=1 \qquad \text{ou} \qquad \sum_i \alpha_i^2=1,$$

de manière que n d'entre elles seulement demeurent arbitraires, le système hyperelliptique formé des n équations différentielles

$$(11) \qquad \sum_i \frac{d\lambda_i}{\sqrt{F(\lambda_i)}}=0, \qquad \sum_i \frac{\lambda_i\, d\lambda_i}{\sqrt{F(\lambda_i)}}=0, \qquad \ldots, \qquad \sum_i \frac{\lambda_i^{n-1}\, d\lambda_i}{\sqrt{F(\lambda_i)}}=0$$

aura pour intégrale algébrique, sous forme explicite, le système des n équations distinctes renfermées dans le type

$$(12) \qquad \sum_{ij} S_{ij}^{(k-1)}(\alpha_i X_j-\alpha_j X_i)^2=\sum_i S_i^{(k)}\alpha_i^2-U_k, \quad \begin{cases} i, j=1, 2, 3, \ldots, (n+1), \\ k=1, 2, 3, \ldots, n. \end{cases}$$

» Ce résultat, qui résout entièrement la question, permet, si l'on veut, de retrouver, en la complétant, la solution susmentionnée de Jacobi; car, si nous faisons, en terminant,

$$(13) \qquad x_{ij}=\alpha_i X_j-\alpha_j X_i, \qquad [i, j=1, 2, 3, \ldots, (n+1)],$$

il est visible que les $\frac{1}{2}(n+1)n$ quantités x_{ij} seront liées entre elles par $\frac{(n+1)n(n-1)}{1.2.3}$ relations linéaires et homogènes, telles que

$$\alpha_i x_{jk}+\alpha_j x_{ki}+\alpha_k x_{ij}=0, \qquad [i, j, k=1, 2, 3, \ldots (n+1)],$$

Or, comme ces relations ne seront pas toutes distinctes, mais qu'elles se réduiront à $\frac{1}{2}n(n-1)$ seulement, étant jointes alors aux n équations (12), qui deviennent avec la notation (13)

$$\sum_{ij} S_{ij}^{(k-1)} x_{ij}^2=\sum_i S_i^{(k)}\alpha_i^2-U_k, \qquad (k=1, 2, 3, \ldots, n),$$

elles formeront donc un total de $\frac{1}{2}n(n-1)+n=\frac{1}{2}n(n+1)$ équations distinctes qui fourniront pour chacune des $\frac{1}{2}n(n+1)$ quantités $\mathfrak{x}_{ij}$ une valeur constante déterminée; c'est-à-dire, en d'autres termes, qu'elles équivaudront ensemble à pareil nombre de relations complètement déterminées, telles que

$$(14)\qquad \alpha_i X_j - \alpha_j X_i = \mathfrak{F}_{ij}(\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_{n+1}),$$

ce qui est précisément la forme de la solution que donnent les équations (3) précitées de Jacobi (*Vorles.*, p. 232) par l'élimination de sa variable auxiliaire t, mais en mettant en évidence cette fois la forme explicite des fonctions $\mathfrak{F}_{ij}$ des véritables arbitraires de l'intégration, pour la détermination desquelles la méthode empruntée à la Dynamique par l'illustre Auteur ne semble fournir aucune possibilité. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur une généralisation des courbes de M.* Bertrand. Note de M. **Alphonse Demoulin**, présentée par M. Darboux.

« Une courbe Γ étant donnée, appelons *sécante de paramètres* α, β, γ toute droite s'appuyant sur la courbe en un certain point et faisant avec la tangente, la normale principale et la binormale en ce point, des angles de cosinus proportionnels à α, β, γ.

» La définition des courbes de M. Bertrand peut être généralisée de la manière suivante :

» α, β, γ *étant trois constantes, trouver une courbe* Γ *dont les sécantes de paramètres* α, β, γ *soient en même temps les sécantes de mêmes paramètres d'une autre courbe* Γ'.

» Soient O un point quelconque de la courbe Γ et Ox, Oy, Oz la tangente, la normale principale et la binormale en ce point. Posons

$$\alpha^2+\beta^2+\gamma^2=1,$$

en sorte que α, β, γ seront les cosinus directeurs de la sécante S de paramètres α, β, γ qui passe par le point O. Appelons O' le point où la droite S s'appuie sur la courbe Γ' et posons $OO'=l$.

» En supposant que le trièdre $Oxyz$ se déplace de manière que la vitesse du point O soit constante et égale à l'unité, on a pour les compo-

santes de la vitesse et de l'accélération du point O'

$$\begin{aligned} V_x &= 1 - rl\beta + \alpha l', \\ V_y &= r\alpha l - p\gamma l + \beta l', \\ V_z &= \qquad\quad p\beta l + \gamma l'. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} J_x &= l(-r^2\alpha + pr\gamma - \beta r') - 2\beta r l' + \alpha l'', \\ J_y &= r + l[-\beta(r^2+p^2) + \alpha r' - \gamma p'] + 2l'(\alpha r - \gamma p) + \beta l'', \\ J_z &= l(pr\alpha - p^2\gamma + \beta p') + 2l'\beta p + \gamma l''. \end{aligned}$$

» Dans ces équations, r et p désignent respectivement la courbure et la torsion au point O; les accents dénotent des dérivées relatives à l'arc s de la courbe Γ.

» Posons

$$(1) \qquad \left\{ \begin{aligned} N_x &= J_y V_z - J_z V_y, \\ N_y &= J_z V_x - J_x V_z, \\ N_z &= J_x V_y - J_y V_x; \end{aligned} \right.$$

le vecteur, dont les composantes sont N_x, N_y, N_z, est évidemment parallèle à la binormale à la courbe Γ' au point O'.

» Nous exprimerons toutes les conditions du problème en écrivant que la direction de la vitesse du point O' fait avec la droite O'O un angle dont le cosinus est égal à α, et que le cosinus de l'angle de O'O et du vecteur (N_x, N_y, N_z) est égal à γ. Nous obtiendrons ainsi les deux équations

$$(2) \qquad \begin{aligned} \alpha V_x + \beta V_y + \gamma V_z &= \alpha\sqrt{V_x^2 + V_y^2 + V_z^2}, \\ \alpha N_x + \beta N_y + \gamma N_z &= \gamma\sqrt{N_x^2 + N_y^2 + N_z^2}, \end{aligned}$$

dont la première peut être mise sous la forme

$$(3) \qquad \left\{ \begin{aligned} &(l'^2 + 2l'\alpha)(1 - \alpha^2) \\ &\quad = \alpha\{-2rl\beta + r^2 l^2(\beta^2 + \alpha^2) + p^2 l^2(\beta^2 + \gamma^3) - 2rp\alpha\gamma l\}. \end{aligned} \right.$$

» Il s'agit maintenant de déduire des équations (2) et (3) les expressions les plus générales de r, de p et de l en fonction de l'arc s de la courbe Γ. Nous avons résolu cette question dans le cas où les sécantes S sont situées dans l'une des faces du trièdre $Oxyz$.

» Premier cas : *Les sécantes sont dans le plan normal :* $\alpha = 0$. — L'équation (3) montre que l doit être constant. Les équations (1) donnent

ensuite

$$N_x = p^2 l(pl - \beta r\theta),$$
$$N_y = p^2 l(\beta\theta' + \gamma),$$
$$N_z = r + r^2 pl^2 - 2r^2 l\beta - l\beta p^2 + l^2 r^3 \beta^2 + p^2\gamma l\theta',$$

pourvu qu'on pose

(4) $$1 - rl\beta = p\theta.$$

Portant ces valeurs de N_x, N_y, N_z dans l'équation (2), on aura une relation de la forme

(5) $$\varphi(r, p, \theta, \theta') = 0.$$

Si l'on prend pour θ une fonction arbitraire de l'arc s, les équations (4) et (5), résolues par rapport à r et à p, donneront les expressions les plus générales de la courbure et de la torsion des lignes cherchées.

» Deuxième cas : *Les sécantes sont dans le plan rectifiant :* $\beta = 0$. — On trouve

$$J_x = -lr\omega + \alpha l'',$$
$$J_y = r + l\omega' + 2l'\omega,$$
$$J_z = lp\omega + \gamma l'',$$

en posant

(6) $$r\alpha - p\gamma = \omega.$$

L'équation (3) devient

(7) $$\omega^2\alpha^2 l^2 = \gamma^2(l'^2 + 2l'\alpha).$$

Comme on peut exprimer J_x, J_y, J_z en fonction de r, p, l, l', l'', l'équation (2) sera de la forme

(8) $$\varphi(r, p, l, l', l'') = 0.$$

Mais, en vertu de (7), l'équation (6) peut s'écrire

(9) $$(r\alpha - p\gamma)\alpha l = \gamma\sqrt{l'^2 + 2l'\alpha}.$$

La résolution des équations (8) et (9) donnera les expressions les plus générales de r et de p.

» Troisième cas : *Les sécantes sont dans le plan osculateur :* $\gamma = 0$. — On a dans ce cas

$$N_x = \alpha\beta l^2(pr - rp') - ll'\beta^2 p'$$
$$\quad + [r - l\beta(r^2 + p^2) + 2l'\alpha r + \beta l'']pl\beta - (lpr\alpha + 2l'\beta p)(r\alpha l + \beta l'),$$
$$N_y = l^2\beta^2(pr' - rp') + l\beta p' + \alpha\beta p' ll'$$
$$\quad + (lpr\alpha + 2l'\beta p)(1 - rl\beta + \alpha l') + pl\beta(r^2 l\alpha + 2\beta rl' - \alpha l''),$$

et l'équation (2) devient

$$\beta p l^2 \left(\frac{\sigma}{l}\right)' - \alpha p^2(\sigma^2 + l^2\beta^2) + \beta^2(l' + \alpha) = 0,$$

pourvu qu'on pose

$$(10) \qquad lr - \beta = p\sigma.$$

» L'équation (3) donne, d'autre part,

$$(11) \qquad \beta(l' + \alpha)^2 = \alpha^2 p^2(\sigma^2 + l^2\beta^2).$$

Éliminons p entre (10) et (11); nous aurons

$$\frac{\left(\frac{\sigma}{l\beta}\right)'}{\sqrt{1 + \left(\frac{\sigma}{l\beta}\right)^2}} = \frac{l'}{l},$$

d'où, en intégrant et désignant par μ une constante arbitraire,

$$\sigma = \frac{\beta(\mu^2 l^2 - 1)}{2\mu}.$$

» Cette dernière relation, jointe aux équations (10) et (11), permettra d'obtenir les expressions les plus générales de r et de p. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces qui admettent un système de lignes de courbure sphériques et qui ont même représentation sphérique pour leurs lignes de courbure.* Note de M. **Blutel**, présentée par M. Darboux.

« Si nous supposons connue l'une de ces surfaces (S_1), toutes les surfaces correspondantes (S) peuvent s'en déduire au moyen de la propriété suivante :

» Les développables normales à (S) et (S_1) le long de deux lignes de courbure sphériques correspondantes (C) et (C_1) sont homothétiques.

» Si l'on appelle O et O_1 les centres des sphères qui renferment (C) et (C_1), le centre d'homothétie I est placé sur la droite OO_1 et le rapport d'homothétie est égal à $\frac{IO}{IO_1}$. Les deux courbes décrites par les centres de sphères ont leurs tangentes parallèles aux points O et O_1 et la droite OO_1 engendre une développable dont l'arête de rebroussement est le lieu du point I.

» Cette propriété paraît susceptible de nombreuses applications; en voici une :

» Si une courbe (C_1) de la surface (S_1) est algébrique, il en est de même pour la développable normale à (S_1) le long de (C_1) et, par suite, pour toutes les développables normales aux surfaces (S) le long des courbes (C) qui correspondent à (C_1); les courbes (C) sont donc aussi algébriques et, sur toutes les surfaces (S), il y a une ligne de courbure algébrique. Mais, parmi ces surfaces en nombre infini, il y en a pour lesquelles les sphères qui renferment les lignes de courbure sphérique passent par un point fixe; prenons-en une (S_2) et effectuons une inversion en prenant pour pôle le point fixe; (S_2) sera remplacée par une surface ayant un système de lignes de courbure planes dont une algébrique et, par suite, dont toutes sont algébriques, d'après une proposition connue. Inversement, toutes les lignes de courbure sphériques de (S_2) sont algébriques, et il en est de même pour toutes les surfaces (S) qui lui correspondent. Nous pouvons donc énoncer le théorème suivant :

Si une surface (S_1) *admet un système de lignes de courbure sphériques dont une est algébrique, toutes sont algébriques.*

» *Il en est de même pour les lignes de courbure sphériques de toutes les surfaces* (S) *qui ont avec* (S_1) *même représentation sphérique de leurs lignes de courbure.* »

OPTIQUE. — *Sur des franges d'interférences semi-circulaires.* Note de M. G. **Meslin**, présentée par M. Mascart.

« Les franges d'interférences que donnent habituellement les miroirs de Fresnel, le biprisme, etc., sont sensiblement rectilignes comme étant les sections par un plan parallèle à l'axe d'hyperboloïdes dont les foyers sont P et P'; cela tient à ce que la lumière se propage perpendiculairement à la droite PP'. Si, au contraire, elle se propageait dans le sens PP' de l'axe de révolution, l'écran perpendiculaire à cette ligne déterminerait dans ces surfaces des sections circulaires, et les franges auraient la forme d'une circonférence dont on verrait un arc plus ou moins grand suivant l'empiètement plus ou moins considérable des deux faisceaux.

» J'ai obtenu, en effet, ces franges circulaires avec le dispositif suivant :

» On sépare les deux demi-lentilles de Bellet et on les met à la suite l'une de l'autre devant un *trou de très petites dimensions,* vivement éclairé par de la lumière solaire.

» On dirige le faisceau lumineux conique de façon qu'il tombe sur l'une et l'autre des lentilles, que l'on règle de manière que le trou S et les deux centres optiques C et C' soient très sensiblement en ligne droite, cette droite étant d'ailleurs l'axe du faisceau lumineux.

» Dans ces conditions, le point S donne avec l'une des lentilles un faisceau qui se concentre en P pour diverger au delà; il donne avec l'autre lentille des rayons qui convergent en P'; entre P et P' les deux faisceaux ont un champ commun où l'on peut apercevoir au microscope des franges d'interférence formant une moitié de circonférence.

» La distance des points P et P' représente une différence de marche considérable; mais les deux rayons qui se rencontrent en un point du champ commun peuvent interférer, car ils n'ont qu'un faible retard provenant de ce qu'ils ont suivi des chemins presque identiques depuis leur commune origine S.

» Supposant les conditions précédentes réalisées, le retard en M est

$\varphi + MP$ pour le rayon qui a dépassé le point P,
$\varphi' - MP'$ pour celui qui n'a pas atteint P';

la différence est

$$MP + MP' + \varphi - \varphi'.$$

φ et φ' expriment les retards de ces rayons en P et P' par rapport à l'origine S, par exemple; mais, en raison du tautochronisme des foyers, ce sont des quantités indépendantes des rayons choisis et, en désignant $\varphi - \varphi'$ par π qui n'est autre ici que le segment PP', on a

$$\delta = MP + MP' - \pi, \qquad MP + MP' = \delta + \pi = k\frac{\lambda}{2} + \pi.$$

» Entre P et P' les lieux correspondant à des retards égaux sont donc des ellipsoïdes de foyer P et P' et les franges sont des cercles dont le rayon y est l'ordonnée de l'ellipse

$$\frac{x^2}{\alpha^2} + \frac{y^2}{\beta^2} - 1 = 0,$$

$$y = \frac{\beta}{\alpha}\sqrt{\alpha^2 - x^2} = \frac{\beta}{\alpha}\sqrt{(\alpha + x)(\alpha - x)},$$

$$2\alpha = \delta + \pi, \qquad \beta = \sqrt{\alpha^2 - \gamma^2} = \sqrt{\frac{(\delta + \pi)^2 - \pi^2}{4}} = \frac{\sqrt{2\pi\delta + \delta^2}}{2},$$

ou sensiblement

$$2\alpha = \pi, \qquad 2\beta = \sqrt{2\pi\delta} = \sqrt{k\lambda\pi},$$

π étant incomparablement plus grand que δ, d'où

$$y = \sqrt{\frac{k\lambda}{\pi}\left(\frac{\pi}{2}+x\right)\left(\frac{\pi}{2}-x\right)}.$$

» En opérant en lumière homogène, on a les deux lois :

» 1° Pour une même valeur de x (position de l'écran) les rayons des franges croissent comme les racines carrées des nombres entiers;

» 2° Ces franges sont plus ou moins larges suivant la valeur du produit $\left(\frac{\pi}{2}+x\right)\left(\frac{\pi}{2}-x\right)$; le maximum a lieu pour $x = 0$; les franges sont, en effet, très fines aux environs de P, s'élargissent, présentent un maximum au milieu de PP′ pour décroître ensuite.

» En réalité, l'expérience ne peut être disposée exactement comme il a été dit, par suite de ce fait que les deux centres optiques C, C′ ne sont pas exactement sur la partie terminale des demi-lentilles, mais un peu en dehors; si bien que si les trois points S, C, C′ étaient en ligne droite, les faisceaux n'auraient qu'une très petite partie commune; dans la pratique, on est obligé de déplacer chacune des lentilles perpendiculairement à la droite CC′, de façon à produire la superposition des deux faisceaux au point où l'on désire examiner les franges.

» Ce déplacement déforme légèrement les franges; car l'écran n'est plus perpendiculaire à la ligne PP′ sur laquelle elles continuent à être centrées et qui peut être d'ailleurs très éloignée du centre du champ; de plus, ce retard PP′ ne correspond plus à un retard nul, mais à un retard minimum variable avec la couleur; et comme ce retard peut être très grand, le centre perd le caractère de frange centrale et peut même n'être pas visible ([1]).

» Mais on a, en revanche, l'avantage de pouvoir examiner ces franges dans une étendue beaucoup plus considérable et, notamment, en dehors de l'intervalle PP′.

Alors le retard δ en un point M′ est

$$\delta = (M'P - \varphi) - (M'P' - \varphi') = M'P - M'P' + \varphi - \varphi',$$
$$M'P - M'P' = \delta + \pi,$$

([1]) Cette double circonstance, et le déplacement continu qu'il faut donner aux lentilles, rend difficile la constatation du changement de signe par le passage au foyer, changement de signe si bien mis en évidence par M. Gouy, et que j'ai précisément essayé de vérifier par ce dispositif; son introduction n'apporterait aucune modification aux calculs précédents; k serait seulement changé d'une unité.

et les franges sont sur un hyperboloïde de foyers P et P′; dans cette disposition, π n'est plus égal à PP′.

» On peut ainsi voir les franges très près de la seconde lentille; on voit un groupe de cinq ou six franges larges, facilement visibles à la loupe de part et d'autre d'une frange achromatique. Elles tournent leur concavité vers la gauche dans ma disposition; elles se resserrent lorsqu'on approche de P, disparaissent, reparaissent très fines au delà; mais, tournées vers la droite, s'élargissent pour se resserrer, disparaître en P′ et se produisent de nouveau après ce point, mais tournées vers la gauche; en suivant ces déformations, on reconnaît deux portions pour lesquelles les franges apparaissent en bien plus grand nombre et couvrent tout le champ; ce phénomène se produit à 4^{cm} au delà de P et entre 60^{cm} et 70^{cm} au delà de P′, en supposant

$$SC = 40^{cm}, \qquad SC' = 25^{cm}, \qquad f = 20^{cm},$$

qui sont les conditions où je me suis placé.

» Ce sont là deux positions d'achromatisme sur lesquelles je me propose de revenir dans une prochaine Communication. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude des fluorures de chrome*. Note de M. C. **Poulenc**, présentée par M. Henri Moissan.

« Les fluorures de chrome n'ont été jusqu'ici l'objet que d'un petit nombre de travaux. Les recherches de Henri Sainte-Claire Deville (¹) *sur le sesquifluorure de chrome anhydre* et celles de M. Fabris (²) *sur un fluorure chromique violet* $Cr^2F^6, 9H^2O$ sont à peu près les seules que nous connaissions sur ce sujet.

» Nous basant sur les méthodes générales que nous avons énoncées dans une Note précédente (³), nous avons réussi à préparer les proto et sesquifluorures de chrome anhydres et cristallisés. Nous joindrons, à la description de ces deux composés, celle d'un nouvel hydrate de fluorure chromique $Cr^2F^6, 7H^2O$ et une nouvelle préparation du fluorure double de chrome et de potassium $Cr^2F^6, 6KF$.

(¹) Henri Sainte-Claire Deville, *Des sesquifluorures métalliques* (*Annales de Chimie et de Physique*, 3ᵉ série, t. XLIX, p. 79).

(²) Fabris, *Gazetta chimica ital.*, t. 20, p. 582.

(³) C. Poulenc, *Sur les fluorures de fer anhydres et cristallisés* (*Comptes rendus*, t. CXV, p. 941).

» Fluorure chromeux : CrF^2. — Ce composé, que nous sommes les premiers à faire connaître, peut être obtenu :

» 1° *Par l'action de l'acide fluorhydrique gazeux sur le chrome métal.* — L'attaque du chrome n'a lieu qu'au-dessus du rouge et s'effectue dans un tube de platine que traverse un courant continu de gaz fluorhydrique. On obtient après refroidissement une belle matière verte fondue, à texture cristalline, qui est le fluorure chromeux. Nous n'avons pas réussi à le volatiliser, même à 1300°.

» 2° *Par l'action de l'acide fluorhydrique gazeux sur le chlorure chromeux.* — La transformation se fait à la température ordinaire, et le fluorure ainsi obtenu conserve la même forme que le chlorure qui lui a donné naissance. Porté vers 1100°, le fluorure fond et revêt les mêmes caractères que ci-dessus.

» *Propriétés.* — Le protofluorure de chrome est une masse fondue, verte et transparente, d'un éclat nacré. Sa cassure est très brillante et lamelleuse.

» Sa densité est de 4,11.

» Il est peu soluble dans l'eau et insoluble dans l'alcool. L'acide chlorhydrique bouillant le dissout, alors que l'acide azotique ne l'attaque que faiblement. L'acide sulfurique, même à chaud, n'agit que lentement.

» Il est réduit par l'hydrogène à partir du rouge sombre.

» Calciné à l'air, il se transforme en sesquioxyde de chrome.

» La vapeur d'eau passant sur le protofluorure de chrome porté au rouge donne du sesquioxyde de chrome et de l'acide fluorhydrique.

» L'hydrogène sulfuré donne, dans les mêmes conditions, du sulfure de chrome noir et de l'acide fluorhydrique.

» Le fluorure chromeux est décomposé au rouge par l'acide chlorhydrique.

» L'azotate de potasse fondu l'attaque très facilement en le transformant en chromate neutre de potasse.

» Les carbonates alcalins agissent différemment selon la température. Traité par les carbonates en fusion, le fluorure chromeux se décompose d'abord en oxyde de chrome et fluorure alcalin, puis en chromate neutre si l'on soumet le mélange à une température élevée (1).

» Sesquifluorure de chrome : Cr^2F^6. — Nous avons obtenu ce composé par les mêmes procédés qui nous avaient servi à préparer le sesquifluorure de fer.

» Action de l'acide fluorhydrique gazeux :

» 1° Sur le fluorure chromique amorphe et anhydre ;

» 2° Sur le sesquichlorure de chrome anhydre ;

» 3° Sur le sesquioxyde de chrome précipité ;

» 4° Sur le fluorure chromique hydraté.

» Nous ne décrirons en détail que l'action de l'acide fluorhydrique sur le sesquichlorure de chrome comme nous ayant donné les résultats les plus intéressants.

---

(1) Analyse :

	Trouvé.		Calculé pour CrF^2.
Cr..........	57,79	57,92	58,1

» *Action de* HFl *sur* Cr^2Cl^6. — La réaction n'a lieu qu'au rouge sombre et donne naissance à une masse verte de fluorure chromique non cristallisé. Mais si l'on élève la température vers 1200° et qu'on laisse refroidir le tube de platine dans le courant d'acide fluorhydrique gazeux, on observe le phénomène suivant : une partie du fluorure a été volatilisé sous forme d'aiguilles très fines, enchevêtrées les unes dans les autres et constituant une masse très légère, plus ou moins verdâtre, selon la grosseur des aiguilles. Quant au contenu de la nacelle de platine, il est composé d'une masse fondue, vert foncé, à la surface de laquelle on voit de longs prismes très bien définis et d'une masse très bien cristallisée, formée de petits prismes verts et très réfringents.

» Ces trois substances ont d'ailleurs la même composition et représentent le sesquifluorure de chrome anhydre sous ses différents états.

» *Propriétés.* — Le fluorure chromique volatilisé est donc constitué par de fines aiguilles verdâtres.

» Sa densité est égale à 3,78.

» Il est insoluble dans l'eau et dans l'alcool. Les acides chlorhydrique, azotique et sulfurique ne l'attaquent que faiblement, même à chaud. Calciné à l'air, le fluorure chromique se transforme intégralement en sesquioxyde de chrome qui conserve la même forme cristalline. Nous avons pu, par ce procédé, doser le chrome dans ce composé.

» L'hydrogène le réduit à partir du rouge sombre.

» La vapeur d'eau le décompose au rouge en sesquioxyde de chrome et acide fluorhydrique.

» Dans les mêmes conditions, il se fait avec l'hydrogène sulfuré du sulfure noir de chrome et de l'acide fluorhydrique et, avec l'acide chlorhydrique gazeux, du sesquichlorure de chrome avec élimination d'acide fluorhydrique.

» Fondu avec le nitrate de potasse, le fluorure chromique se transforme en chromate de potasse.

» Les carbonates alcalins donnent, suivant la température, de l'oxyde de chrome et un fluorure alcalin ou bien un chromate de potasse ou de soude lorsqu'on élève davantage la température [1].

» Fluorure de chrome hydraté $Cr^2F^6, 7H^2O$. — On obtient ce fluorure en poudre cristalline lorsqu'on verse une solution aqueuse de fluorure chromique dans l'alcool.

» Dans le cas où la diffusion s'effectue très lentement, il se présente en petits prismes verts clairs, quelquefois maclés [2].

---

(1) *Analyse :*

	Trouvé.			Calculé pour Cr^2F^6.
Cr...........	48,1	48,1	47,85	47,94 pour 100

(2) *Analyse :*

	Trouvé.			Calculé pour $Cr^2F^6, 7H^2O$.
Cr...........	29,5	30,18	30,22	30,48 pour 100
H^2O.........	35,75	36,11	»	36,52 pour 100

» FLUORURE DOUBLE DE CHROME ET DE POTASSIUM $C^2F^6, 6KF$. — Ce composé, qui a été obtenu pour la première fois par M. Christensen (1) sous forme de poudre cristalline, peut être préparé très bien cristallisé par l'action du sesquichlorure de chrome sur le fluorhydrate de fluorure de potassium (2). »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur un nouveau procédé de soudure, pour l'aluminium et divers autres métaux;* par M. J. NOVEL. (Extrait.)

« La soudure de l'aluminium se fait, avec l'alliage indiqué ci-après, au fer à souder de ferblantier; cette soudure est très solide, s'exécute rapidement, sans aucune difficulté : l'aluminium reste intact après la soudure. On peut également se servir du chalumeau.

» Cette matière revient meilleur marché que toutes celles qui ont servi jusqu'à présent pour souder les métaux, soit le borax, la résine et l'acide chlorhydrique; elle a l'avantage sur ces dernières de ne pas oxyder le métal, et d'empêcher la soudure de se détériorer.

» L'étamage de l'aluminium, s'il est nécessaire, se fait avec cette même matière aussi facilement que la soudure.

» On peut également souder le bronze d'aluminium avec une des soudures ci-dessous, qui a la même couleur. Elle soude, en outre, avec une facilité remarquable, tous les métaux, tels que : fer, fer-blanc, zinc, cuivre, laiton, nickel, etc. On peut souder l'aluminium avec un morceau de cuivre, zinc, laiton, fer, fer-blanc, nickel, etc.; cette soudure est d'une grande solidité.

Soudures employées pour souder l'aluminium.

Soudure n° 1 :	Étain pur sans alliage ...		Fond à 250°.
Soudure n° 2 :	Étain pur..............	1000gr	Fond de 280 à 300°.
	Plomb fin..............	50gr	
Soudure n° 3 :	Étain pur..............	1000gr	Fond de 280° à 320°.
	Zinc pur	50gr	

» Ces trois soudures ne donnent aucune teinte à l'aluminium et le laissent intact; elles peuvent donc servir pour la fabrication des bijoux et des articles de fantaisie, qu'on fait maintenant en quantité considérable.

(1) CHRISTENSEN, *Journal praktische Chemie* (2). t. XXXV, p. 161.

(2) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Moissan, à l'École supérieure de Pharmacie de Paris.

» Se servir de préférence d'un fer à souder en nickel pur.

Soudure nº 4 :	Étain pur..............		1000gr	Fond de 350° à 450°.
	Cuivre rouge ...	10gr à	15gr	
Soudure nº 5 :	Étain pur..............		1000gr	Fond de 350° à 450°.
	Nickel pur	10gr à	15gr	

» Ces deux soudures donnent une très légère teinte jaune à l'aluminium, mais ont cet avantage de fondre à une température plus élevée, sont plus dures et plus fortes; elles sont tout indiquées :

» 1° Pour les divers objets qu'on fait maintenant en fer battu, étamé ou émaillé, en fer-blanc, cuivre, zinc, laiton, nickel, etc., mais qui seraient remplacés avec avantage par d'autres en aluminium, vu que ce métal est inoxydable.

» 2° Pour tous les travaux de bâtiment, pour lesquels on a employé jusqu'à ce jour le zinc, le fer-blanc et le plomb, qui s'oxydent très rapidement, tandis que l'aluminium aurait une durée presque illimitée.

Soudure nº 6 :	Étain pur.......	900gr	Fond autour de 350° à 450°.
	Cuivre rouge....	100	
	Bismuth........	2 à 3	

» Cette dernière soudure a une teinte jaune or et peut servir à souder le bronze d'aluminium; en mettant plus ou moins de cuivre à cette soudure, on peut augmenter ou diminuer la couleur jaune : on réglera la quantité de bismuth de façon que la soudure fonde à une température qui permette de se servir du fer à souder de ferblantier. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide acétique et de l'acide formique sur le térébenthène.* Note de MM. **Bouchardat** et **Oliviero.**

« L'un de nous, avec le concours de M. Lafont, a étudié l'action de l'acide acétique cristallisable sur l'essence de térébenthine lévogyre, à froid et à diverses températures, 100°, 150°, 200°. Il a montré qu'il se forme, à froid et à 100°, un mélange complexe de terpilène lévogyre, d'acétate de terpilénol $C^{20}H^{16}C^4H^4O^4$, ainsi que de ses deux isomères les acétates de bornéol et d'isobornéol. A 150° et 200°, la production d'acétate de terpilénol est nulle; les autres produits persistent.

» Nous avons actuellement étudié l'influence qu'exercent des quantités croissantes d'eau sur les mélanges d'acide acétique et de térébenthène, tant au point de vue de la vitesse de combinaison que de la nature des combinaisons produites.

» Tous les mélanges examinés ont été placés dans des vases scellés à la lampe,

remplis au préalable de gaz carbonique pour éviter l'oxydation. Ils ont été abandonnés, pendant trois années, du 15 octobre 1889 au 2 décembre 1892, à la température du laboratoire. Le carbure et le mélange d'eau et d'acide ont formé, dans tous les vases, deux couches distinctes pendant toute la durée de l'action.

» Le premier mélange renfermait 1 molécule de carbure, 2 molécules d'acide acétique et $\frac{1}{2}$ molécule d'eau; après trois ans de contact, il y avait 16^{gr} d'acide fixé pour 136^{gr} d'essence, soit 26,6 pour 100 du carbure combiné pour donner des monoacétates. En ajoutant de l'eau au mélange pour enlever l'excès d'acide, on a constaté la formation de traces, moins de $0^{gr},10$, de terpine $C^{20}H^{16}3H^2O^2$.

» Le second mélange renfermait 1 molécule de carbure, d'acide et d'eau. Il y a eu 11^{gr} d'acide fixé et dépôt, par l'addition d'eau, de traces de terpine. Il y a donc eu 18,3 pour 100 de l'essence combinée.

» Le troisième mélange, formé de 1 molécule de carbure, 1 d'acide et 2 d'eau, a fourni $7^{gr},3$ d'acide fixé, soit 12,2 pour 100 d'essence combinée. On n'a pas observé de dépôt de terpine.

» Le quatrième mélange, formé de 1 molécule de carbure, 1 d'acide et 5 d'eau, n'a fourni que $2^{gr},2$ d'acide fixé, soit 3,6 pour 100 d'essence combinée.

» Un cinquième mélange, de 1 molécule de carbure, 1 molécule d'acide et 25 d'eau, n'a donné aucun phénomène, pas d'acide fixé, le carbure a été retrouvé avec son pouvoir rotatoire originel.

» On voit que la présence de quantités croissantes d'eau ajoutée diminue rapidement la vitesse de combinaison du carbure avec l'acide. Les produits formés sont identiques dans tous les cas, sauf le dernier où il n'y a pas eu d'action. Il y a eu transformation partielle, et de moins en moins prononcée, du térebenthène en terpilène isomérique actif; ce qui est attesté par une augmentation de pouvoir rotatoire des parties carburiques et leur séparation en térébenthène primitif bouillant à 157° et en terpilène bouillant vers 175°.

» Le composé résultant de l'union de l'acide et du carbure a été isolé par distillation dans le vide. On a reconnu qu'il était formé par un composé unique, l'acétate de terpilénol $C^{20}H^{16}C^4H^4O^4$, qui, saponifié, fournit d'emblée du terpilénol pur, cristallisant après une seule rectification dans le vide, à pouvoir rotatoire voisin de $-80°$ et fusible vers $+33°$. Il ne nous a pas été possible de constater la formation de bornéol ni d'isobornéol. L'addition d'eau à l'acide change donc la nature des produits formés. C'est là un fait comparable à celui que l'on observe dans l'action de l'acide chlorhydrique sur le térébenthène; le gaz sec donnant surtout du camphre artificiel $C^{20}H^{16}HCl$, les solutions, ainsi que l'a montré M. Berthelot, donnant surtout du dichlorhydrate $C^{20}H^{16},2HCl$.

» Nous avons répété les mêmes essais avec l'acide formique cristallisable et l'eau.

» Le premier mélange, contenant 1 molécule de carbure, 2 d'acide et 1 d'eau, formait, au début, deux couches; après six mois, le tout était homogène; après deux ans, il s'était séparé en deux couches. A la fin de l'expérience, on a retrouvé presque tout l'acide libre. Les produits formés étaient, pour la presque totalité, du diterpilène $C^{40}H^{32}$ inactif, avec un peu de terpilène inactif également, et des traces d'un acétate qui, par la saponification, a fourni du bornéol peu actif $[\alpha]_D = -14°$.

» D'après la marche de la réaction, il y a d'abord eu union du térébenthène à l'acide, avec formation presque exclusive d'acétate de terpilénol; puis, l'excès d'acide continuant à agir sur les produits formés a détruit ces combinaisons en polymérisant le carbure, ainsi que l'a établi M. Lafont. Les dérivés bornéoliques résistant, leur production par l'acide formique, presque nulle d'ailleurs, a pu être mise en évidence. L'action de l'acide formique, comparable à celle des acides minéraux, a détruit ou modifié les pouvoirs rotatoires, même du bornéol, composé très stable.

» Le second mélange, à nombre égal de molécules d'acide, de carbure et d'eau, était devenu homogène. On n'a pu y doser l'acide fixé. Lors d'addition de l'eau, il s'y est produit un abondant dépôt de terpine, correspondant à la transformation de 20,5 pour 100 de l'essence. Le produit huileux accompagnant la terpine était formé, pour un tiers environ, de terpilène, dont le pouvoir rotatoire avait été très atténué, $\alpha_D = -23°,50'$, et le reste par de l'acétate de terpilénol à faible pouvoir rotatoire, dont on retire facilement ce dernier par saponification. Il ne restait pas de térébenthène non modifié.

» Le troisième mélange, 1 molécule de carbure, 1 d'acide et 3 d'eau, est formé de deux couches; il a fourni 6gr d'acide fixé, soit 13 pour 100; l'addition d'eau y détermine la séparation de 5gr de terpine cristallisée, soit 2,6 pour 100 d'essence transformée et 15gr de formiate de terpilénol peu actif, $\alpha_D = -36'$; le reste est formé d'essence non modifiée, avec un peu de terpilène à pouvoir rotatoire atténué.

» Le quatrième mélange, 1 molécule de carbure et d'acide et 5 d'eau, a encore fourni 5gr d'acide fixé, 3gr,5 de terpine, 10gr d'un acétate de terpilénol peu actif, $\alpha_D = -37°$; le reste, constitué par le carbure inaltéré, mélangé d'un peu de terpilène un peu plus actif.

» Le cinquième mélange n'a fourni aucune portion d'acide fixé, le carbure primitif était inaltéré.

» L'action de l'acide formique en présence de l'eau sur le térébenthène se distingue donc par une action plus violente, détruisant le pouvoir rotatoire; se distinguant aussi, pour les mélanges à 1, 3 et 5 molécules d'eau, par une formation abondante de terpine libre, qui n'a pu être observée avec l'acide acétique qu'en proportion extrêmement faible et dans les mélanges 1 et 2. Cette action spéciale de l'acide formique rend compte de la présence de petites quantités de terpine dans les essences hydratées conservées depuis un certain temps, l'acide formique existant dans toutes ces essences. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur le mode d'élimination de l'oxyde de carbone.* Note de M. L. DE SAINT-MARTIN.

« Dans trois Notes précédentes [1], je crois avoir démontré les faits suivants :

» 1° Quand on maintient longtemps, à la température de 38° et à l'abri de l'air, un mélange de sang oxygéné et de sang oxycarboné, une certaine quantité d'oxyde de carbone finit par disparaître, très probablement en se transformant en acide carbonique.

» 2° Si, à l'aide du procédé de dosage que j'ai fait connaître, on détermine rigoureusement, d'une part, le volume d'oxyde de carbone absorbé par un lapin soumis à un empoisonnement partiel, et, d'autre part, les quantités de ce gaz qu'il exhale en nature pendant trois heures consécutives, ainsi que celle qui a été retenue par son sang à la fin de l'expérience, on constate un déficit imputable à la destruction d'une partie du gaz toxique, selon le processus reconnu *in vitro*.

» Dans cette dernière Note je résumerai quelques expériences qui confirment pleinement cette manière de voir.

» J'ai fait vivre des lapins dans un appareil de Regnault et Reiset modifié (voir la figure), en présence d'une quantité connue d'oxyde de carbone.

» Au bout de deux heures de marche, quand j'étais en droit de supposer le mélange des gaz formant l'atmosphère confinée aussi parfait que possible, et un équilibre stable établi entre le sang de l'animal et l'air partiellement toxique qu'il respirait, je faisais un premier prélèvement du mélange gazeux (1200^{cc} environ) et j'y dosais l'oxyde de carbone par mon procédé.

» Cette opération était renouvelée au bout de plusieurs heures, à une ou deux reprises. L'interposition du flacon F, renfermant un sac de caoutchouc communiquant avec l'air extérieur, rend possibles et faciles ces fortes prises d'air.

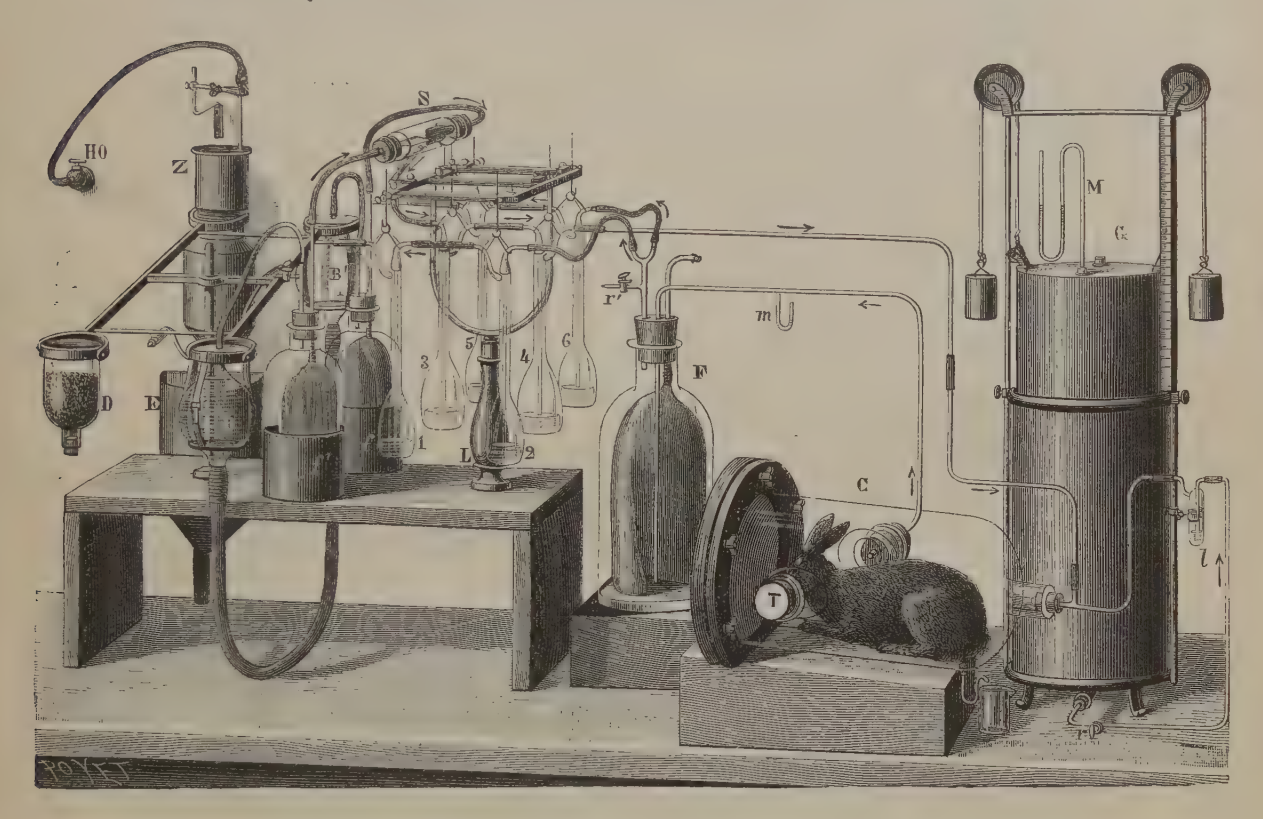
» Voici un résumé de quatre expériences, faites de la sorte.

» *Expérience I* (*à blanc*). — Introduit dans l'appareil, qui renferme en totalité

---

(1) *Comptes rendus*, 25 mai 1891, 2 mai et 12 novembre 1892.

$22^{\text{lit}},5$ d'air, $107^{\text{cc}},3$ [1] de CO pur; mis les pipettes en marche. Arrêt au bout de deux heures, pour effectuer une première prise d'air, dont l'analyse accuse par litre $4^{\text{cc}},73$ de CO. Les pipettes sont remises en marche pendant vingt-huit heures, sans désemparer. Au bout de ce temps, deuxième prélèvement et seconde analyse, qui donne $4^{\text{cc}},54$ de CO par litre d'air.



» Il a donc disparu, entre les deux prises, $0^{\text{cc}},19$ de CO par litre, soit en totalité $4^{\text{cc}},27$ en vingt-huit heures ou $0^{\text{cc}},15$ par heure. Ce faible déficit paraît dû à l'absorption, par la potasse des barboteurs, d'un faible volume d'oxyde de carbone, et à sa transformation en acide formique, conformément à la réaction classique découverte par M. Berthelot.

» *Expérience II.* — Lapin de 2500^{gr} mis à $6^{\text{h}}30^{\text{m}}$ du soir sous la cloche. Fait passer lentement dans l'appareil $141^{\text{cc}},4$ de CO pur, et mis les pipettes en mouvement. L'animal est immédiatement très malade.

» A $8^{\text{h}}30^{\text{m}}$, premier arrêt et premier prélèvement, accusant $6^{\text{cc}},32$ de CO par litre. Le lapin en a absorbé 15^{cc}.

---

[1] Ce volume gazeux et les suivants sont calculés secs, à 0° et sous la pression de 760^{mm}.

» A 10^h, état somnolent, l'animal est couché sur le flanc.

» A $2^h 30^m$, mort. Immédiatement on arrête les pipettes et l'on fait une seconde prise d'air, renfermant $5^{cc},97$ de CO par litre. L'expérience proprement dite a duré six heures, pendant lesquelles il a disparu 7^{cc} de CO, soit par heure $1^{cc},17$.

» *Expérience III.* — Lapin de 2400^{gr}, mis à $7^h 30^m$ du soir sous la cloche. Fait passer dans l'appareil $72^{cc},1$ de CO pur et mis les pipettes en marche. La respiration de l'animal devient haletante.

» A $9^h 45^m$, prélevé un premier échantillon d'air, qui renferme par litre 3^{cc} de CO. Le lapin en a donc absorbé $12^{cc},1$.

» A $10^h 30^m$, somnolence; à $4^h 30^m$ du matin, animal très malade. A $5^h 45^m$, pris un second échantillon, qui renferme par litre $2^{cc},48$ de CO. Le lapin est trouvé mort à six heures. L'air mortel est analysé; il contient 20 pour 100 d'oxygène. En huit heures, il a disparu $10^{cc},4$ de CO, soit $1^{cc},30$ par heure.

» *Expérience IV.* — Lapin de 2450^{gr} placé à 6^h du soir sous la cloche. Introduit dans l'appareil $41^{cc},3$ de CO pur.

» A 8^h, premier prélèvement, qui accuse $1^{cc},61$ de CO par litre. L'animal a donc absorbé $9^{cc},1$ de gaz toxique. Il ne paraît pas malade.

» A 1^h du matin, deuxième prise d'air qui renferme $1^{cc},23$ de CO par litre. Le lapin est somnolent, mais le bruit le réveille.

» A 6^h du matin, il paraît plus abattu, mais non en danger. Troisième prélèvement qui accuse $0^{cc},80$ de CO par litre.

» L'animal est immédiatement sacrifié par section du bulbe et hémorragie carotidienne; 100^{cc} de sang renferment $4^{cc},3$ de CO. On en déduit que la totalité de la masse du sang en contient $8^{cc},6$ environ.

» Pendant les dix heures qu'a duré l'expérience, il a disparu $16^{cc},2$ de CO, soit par heure $1^{cc},62$.

» De ces expériences je crois pouvoir tirer deux conclusions :

» 1° Les animaux partiellement intoxiqués par l'oxyde de carbone, placés dans des conditions ou l'élimination en nature est impossible, détruisent lentement mais régulièrement une certaine quantité du gaz toxique; cette destruction est d'autant plus active que l'intoxication est moins profonde, et laisse par conséquent dans le sang plus d'oxygène disponible.

» 2° Il faut tenir compte, pour apprécier la proportion d'oxyde de carbone capable de rendre mortelle une atmosphère confinée, du temps pendant lequel le mélange gazeux toxique est respiré. D'après M. N. Gréhant, qui n'a point prolongé ses essais au delà d'une heure, il faut, pour tuer les lapins, de 15^{cc} à 16^{cc} d'oxyde de carbone par litre d'air. Or, dans les expériences II et III ci-dessus rapportées, des doses infiniment plus faibles ont amené la mort à la longue.

» Ce fait me paraît donner la clef des intoxications nocturnes, aujour-

d'hui si fréquentes, dues à l'usage des poêles à combustion lente. La dose d'oxyde de carbone capable de rendre mortelle une atmosphère pour un homme endormi et, par suite, moins résistant, qui y séjourne plusieurs heures, doit être infiniment plus faible qu'on ne le supposait jusqu'ici en se basant sur des expériences de courte durée faites sur des animaux. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Influence de la pilocarpine et de la phloridzine sur la production du sucre dans le lait*. Note de M. **Cornevin**, présentée par M. Chauveau.

« Les difficultés qu'on rencontre toujours et les résultats obscurs ou d'interprétation contradictoire que l'on obtient parfois quand on étudie la sécrétion lactée dans son ensemble, ainsi que l'influence que peut exercer sur elle l'alimentation, prouvent la nécessité de recourir à la méthode analytique. Introduction, dans l'organisme de la femelle laitière, d'un seul corps bien déterminé chimiquement et déjà connu dans quelques-uns de ses effets physiologiques, puis examen séparé de chacun des constituants du lait, telle est la marche que nous avons adoptée.

» L'étude du sucre dans le lait a été poursuivie en se servant de la pilocarpine et de la phloridzine.

» *Expériences avec la pilocarpine.* — La pilocarpine a été choisie, non seulement parce qu'elle active très fortement quelques sécrétions, mais surtout parce qu'il a été démontré qu'elle augmente la teneur du sang en sucre. Il fallait voir si une augmentation parallèle se produit dans le lait.

» Les expériences faites sur des vaches laitières, en injectant quotidiennement sous la peau, pendant quatre jours de suite, $0^{gr},25$ de chlorhydrate de pilocarpine, m'ont décelé un augment en sucre qui, de $0^{gr},65$ à 1^{gr} par litre après la première injection, est monté à $4^{gr},6$ dans une série et à $5^{gr},5$ dans une autre après la quatrième. La quantité de lait fourni chaque jour n'a pas subi de variations notables.

» Ce parallélisme fit rechercher si la pilocarpine fait apparaître du sucre dans les urines. Cette recherche fut poursuivie sur la vache et le chien; pour ne laisser aucun doute dans l'esprit, les injections sur ce dernier animal ont été continuées jusqu'à ce que mort s'ensuivît. A aucun moment, on n'a trouvé l'urine sucrée.

» La pilocarpine augmente la proportion de sucre dans le sang et dans le lait, elle ne rend pas glycosurique.

» *Expériences avec la phloridzine.* — Le résultat précédent me porta immédiatement à rechercher si une substance qui, sans augmenter la proportion normale du sucre dans le sang, détermine la glycosurie, élève aussi la teneur du lait en sucre. La phloridzine était tout indiquée, puisqu'elle remplit ces deux conditions.

» Pour la réalisation de l'expérience, j'ai eu à ma disposition une vache laitière de race normande, dont les urines, essayées avant toute médication, ne contenaient aucune trace de sucre. L'analyse de son lait, effectuée par M. Boucher, qui m'a prêté son concours dans ces recherches, a révélé $33^{gr},64$ de lactose par litre.

» J'injectai sous la peau du thorax une solution alcoolique renfermant 10^{gr} de phloridzine.

	Teneur en sucre par litre.
Le lait d'une traite effectuée six heures après l'injection contenait.......	$54^{gr},56$
» dix-huit » »	58,14
Un échantillon des urines rendues dans les dix-huit heures contenait....	46,29

» Le lendemain, une seconde injection d'une solution renfermant 20^{gr} de phloridzine fut faite de l'autre côté de la poitrine.

Le lait d'une traite effectuée six heures après l'injection contenait......	$69^{gr},44$
» vingt et une »	65,78
Un échantillon des urines recueillies dans les 21^h contenait.............	58,13

» En même temps qu'elle provoque la glycosurie, la phloridzine détermine une augmentation de sucre dans le lait, qui peut dépasser le double de la quantité primitive; mais elle n'a point été strictement proportionnelle à la dose de phloridzine injectée, pas plus dans le lait que dans l'urine, la plus faible ayant causé une augmentation relativement plus considérable que la plus forte.

» *A priori,* l'élévation de la proportion du sucre déterminée par les deux corps qui ont servi à l'expérimentation ne semble pas pouvoir être interprétée de la même façon; le déterminisme de cette augmentation fait l'objet d'un autre travail. »

ZOOLOGIE. — *Du siège de la coloration chez les Huîtres vertes.* Note de M. **Joannes Chatin.**

« Peu de questions ont été aussi souvent traitées, à différents points de vue, que celle des Huîtres vertes; cependant, lorsqu'on analyse cette très riche bibliographie, c'est à peine si l'on trouve dans de rares auteurs (Ray Lankester, etc.) quelque indication sur le siège de la matière colorante et sur sa répartition histologique. C'est dans le but de combler ces lacunes que j'ai entrepris une série de recherches dont je résume aujourd'hui les principaux résultats.

» De toutes les parties susceptibles de revêtir la teinte verte, les branchies sont toujours celles qui la présentent avec le plus de fréquence et d'intensité; aussi était-ce sur ces organes qu'il convenait de diriger spécialement les observations.

» Les histologistes qui se sont occupés de l'étude des branchies chez les Ostréïdes savent quelles difficultés on éprouve à obtenir des coupes qui soient nettes et complètes. Après avoir essayé de plusieurs techniques, je me suis arrêté à la suivante : traitement par l'acide osmique à $\frac{1}{500}$, durcissement dans l'alcool absolu, coloration à la safranine.

» Sur les pièces ainsi préparées, on distingue aussitôt des cellules qui se différencient doublement des éléments ambiants, par leur localisation et par leurs caractères propres.

» Elles se montrent presque exclusivement dans la région apicilaire des papilles branchiales, disposées souvent avec une remarquable symétrie sur les flancs de ces papilles; elles sont situées au-dessous des cellules vibratiles ou entre ces éléments. Il est indispensable de déterminer d'abord ainsi leur situation et leurs rapports par la méthode des coupes; c'est seulement ensuite qu'on peut utilement procéder par voie de dissociation sur le frais, afin d'examiner les détails de leur structure.

» Ce qui frappe immédiatement, c'est le volume de ces cellules : assez régulièrement arrondies, elles offrent fréquemment un diamètre égal ou supérieur à 250^{μ}. On peut donc les désigner sous le nom de *macroblastes,* leurs dimensions l'emportant de beaucoup sur celles des éléments voisins.

» Observé en lui-même, chacun de ces macroblastes se montre limité par une couche protoplasmique, que sa réfringence ferait volontiers assimiler à une membrane cuticulaire; mais elle n'offre aucune réaction spéciale et ne décèle nulle trace de chitine, de cellulose, etc. Elle représente un simple ectoplasme, formé principalement d'hyaloplasma.

» Quant à la partie somatique de la cellule, elle est surtout constituée par un paraplasma très granuleux. Sur les branchies des Huîtres vertes, ces granulations sont toutes, ou presque toutes, colorées par un pigment spécial. Ce pigment est vert bleuâtre, pouvant offrir diverses teintes secondaires.

» Les granulations des macroblastes sont de nature protoplasmique et ne sauraient être considérées comme d'origine nucléaire. Pour s'en convaincre, on n'a qu'à faire intervenir les réactifs tels que la vésuvine, le vert de méthyle, etc.; on découvre alors le noyau (parfois double) qui se distingue nettement des granulations. Si l'on se bornait à l'examen de la cel-

lule fraîche, on ne parviendrait généralement pas à reconnaître son noyau, qui se trouverait presque toujours masqué par les granulations colorées et souvent agglomérées en groupes plus ou moins considérables. On serait alors exposé à diverses erreurs, soit que l'on conclût à l'absence de tout noyau, soit que l'on se crût au contraire en droit de décrire des noyaux multiples et colorés. Il faut être bien prévenu de ces dispositions, qui rappellent les faits dont j'ai signalé la fréquence dans les éléments antennaires de certains Insectes ([1]).

» Après avoir ainsi précisé la nature histique des granulations pigmentifères, il importe de rechercher la véritable signification des macroblastes. A ne considérer que leur forme assez régulière, leur zone limitante et leur coloration, on pourrait être tenté d'y voir des cellules végétales enchâssées dans l'épithélium du Mollusque, vivant en symbiose avec celui-ci et lui donnant sa teinte spéciale. Mais une pareille hypothèse est inadmissible : les réactions chimiques de l'ectosarque et des granulations suffiraient à la faire repousser; elles justifient pleinement les conclusions formulées par M. Berthelot, dont les recherches ont établi que « la matière colorante des » Huîtres vertes diffère chimiquement de toutes les matières connues, » tant des végétaux que des animaux » ([2]).

» En réalité, les macroblastes sont des éléments constitutifs des tissus du Mollusque : non seulement on les rencontre dans les diverses parties, comme les palpes labiaux, qui peuvent être le siège du verdissement, mais on les retrouve chez les Huîtres dites *blanches* ou incolores. Leur étude y révèle une particularité fort importante : ils se montrent dépourvus de granulations colorées, tous leurs autres caractères demeurant identiques. Parfois on les voit, çà et là, présenter des granulations pigmentées. On s'explique dès lors les cas de verdissement local, et ces teintes mixtes offertes assez fréquemment par des individus qui semblent intermédiaires entre les Huîtres vertes et les Huîtres blanches : suivant que leurs macroblastes se pigmenteront plus ou moins, ils évolueront vers l'un ou l'autre de ces types. J'ai pu constater ce fait, comme les précédents, chez la *Gryphea angulata* aussi bien que chez l'*Ostrea edulis*.

» La teinte verte peut se manifester en dehors et à une certaine distance

---

([1]) Joannes Chatin, *Structure et développement des bâtonnets antennaires chez la Vanesse Paon-de-Jour*, 1883; pl. I et II.

([2]) Berthelot, in Coste, *Voyage d'explorations sur le littoral de la France et de l'Italie*, 2e édition, 1855.

des points sur lesquels se trouvent des macroblastes, mais elle se rattache encore étroitement à leur notion. En effet, elle est alors imputable à la présence de granulations provenant de ces cellules et disséminées dans divers tissus : masse conjonctive des branchies, palpes labiaux, etc. Certains éléments peuvent absorber ces granulations ; j'y reviendrai dans une prochaine communication.

» Ce n'est que d'une façon secondaire et dans une mesure très restreinte qu'on peut invoquer les contractions amiboïdes et les déplacements des macroblastes pour expliquer la diffusion de la matière colorante. Dans les circonstances normales, les contractions sont peu fréquentes et l'on voit rarement un macroblaste passant de l'état statique à l'état dynamique. La dissociation et l'usage de divers réactifs peuvent causer, à cet égard, de nombreuses méprises.

» La question du verdissement des Huîtres appelle évidemment encore des recherches qui nous fixeront sur l'influence des conditions ambiantes, sur les variations chromatiques, etc. Le cadre de mes observations était beaucoup plus limité, et c'est uniquement en me plaçant au point de vue de l'histologie zoologique que je me suis efforcé d'apporter à l'étude du sujet quelques contributions nouvelles. »

BOTANIQUE. — *Une pseudo-fécondation chez les Urédinées*. Note de MM. **P.-A. Dangeard** et **Sapin-Trouffly** (¹), présentée par M. Duchartre.

« Lorsqu'on cherche à généraliser les résultats obtenus dans l'étude de la structure intime des Urédinées (*Comptes rendus*, 30 janvier 1893, p. 211), on ne peut manquer d'être frappé par ce fait que des cellules de valeur bien différente ont normalement deux noyaux. Nous les retrouvons non seulement dans les écidiospores, dans les urédospores, dans les téleutospores, dans les cellules du pseudopéridium, dans les paraphyses, mais aussi dans beaucoup de mycéliums et de suçoirs.

» On sait, d'ailleurs, que les Urédinées forment l'un des rares groupes où l'on ne connaît pas les phénomènes de reproduction sexuelle ; on admet, d'autre part, que la fusion des noyaux ne se produit que dans les cas de fécondation, dans les phénomènes de sexualité.

» Ces faits nous paraissent devoir attirer l'attention sur les résultats que nous allons maintenant exposer.

(¹) Travail du laboratoire de Botanique de la Faculté des Sciences de Poitiers.

» Les premières observations ont été faites sur le *Puccinia Buxi*, dont les échantillons ont été récoltés au Jardin botanique de Caen. Les téleutospores ont deux cellules qui renferment chacune deux noyaux; ces noyaux sont accolés ou séparés par un intervalle plus ou moins grand; un peu plus tard, lorsque la membrane de la téleutospore se cutinise, les deux noyaux se fusionnent dans chaque cellule en un gros noyau central qui correspond au *globule oléagineux* des auteurs. Avant la fusion, les noyaux ont la structure ordinaire; après la fusion, le corpuscule nucléaire, devenu très gros (5^{μ} environ), se présente sous plusieurs aspects (vésiculeux avec des plages irrégulières de chromatine, ou bien dense, très réfringent, homogène, parfois granuleux; ces différences d'aspect doivent être attribuées en partie à l'action de l'alcool, employé comme agent fixateur, sur les matières grasses de ce corpuscule. Nous avons observé une pareille fusion des noyaux dans les *Puccinia Graminis*, *P. coronata*, *P. Menthæ*.

» Il est également possible de suivre cette fusion dans les téleutospores simples de l'*Uromyces Geranii*; les deux noyaux, très gros, laissent apercevoir leurs granules chromatiques pendant qu'ils se pénètrent réciproquement; la fusion terminée, le corpuscule est exactement sphérique; son contour est très net; sa substance est très dense et très réfringente. Il occupe exactement le centre de la cellule. Les choses se passent de la même manière dans l'*Uromyces Betæ*.

» Nous avons étendu nos recherches aux téleutospores composées de trois cellules (*Triphragmium Ulmariæ*); elles renferment six noyaux groupés par deux dans chaque cellule; ils se fusionnent en un gros corpuscule sphérique, lorsque la membrane commence à se cutiniser. Dans ce corpuscule, nous avons obtenu de bonnes colorations de la chromatine, alors que le protoplasma de la cellule restait incolore; les grains de chromatine sont irréguliers, quelques-uns sont assez gros; le hyaloplasma était devenu vacuolaire, sans doute par disparition de la matière grasse.

» Afin de pouvoir généraliser ces résultats, nous nous sommes adressés à trois autres (*Coleosporium Euphrasiæ*, *Melampsora farinosa*, *Phragmidium Rubi*); nous avons pu constater les mêmes phénomènes de fusion; partout les deux noyaux de la téleutospore jeune s'unissent en un seul corpuscule dans la téleutospore adulte : il est particulièrement gros dans les *Coleosporium* et les *Melampsora*; dans le premier genre, il peut être allongé suivant la largeur de la cellule; dans le second genre, il est le plus souvent allongé suivant la longueur de la téleutospore; son diamètre atteint jusqu'à 8^{μ}.

» Nous sommes autorisés ainsi à considérer la fusion de deux noyaux

en un seul, dans les téleutospores des Urédinées, comme un fait général; il nous paraît certain que ce phénomène est en relation avec l'absence de sexualité et la remplace complètement, d'où le nom de *pseudo-fécondation* que nous lui donnons. Si nous considérons certains *Spirogyra* comme le *S. quadrata,* par exemple, nous voyons que ce sont deux cellules adjacentes du même filament qui fusionnent leurs noyaux dans la reproduction sexuelle; supposons que cette cloison devienne rudimentaire jusqu'à disparition et nous aurons le cas des Urédinées.

» Ces deux noyaux, que nous trouvons dans chaque cellule des téleutospores et qui se comportent l'un comme noyau mâle, l'autre comme noyau femelle, peuvent également effectuer leur pseudo-fécondation dans les écidiospores; ces dernières, lorsqu'elles sont jeunes, possèdent deux noyaux; lorsqu'elles sont plus âgées, elles ne renferment plus qu'un corpuscule nucléaire central, provenant de la fusion.

» En résumé, les Urédinées présentent un phénomène regardé jusqu'ici comme caractérisant la fécondation. Il est vraisemblable qu'elles suppléent ainsi à la reproduction sexuelle nettement caractérisée. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les matières formées par le nucléole chez le* Spirogyra setiformis *et sur la direction qu'il exerce sur elles au moment de la division du noyau cellulaire*. Note de M. **Ch. Decagny.**

« Le *Spirogyra setiformis* est de moitié plus large que le *S. orthospira*. Le noyau et le nucléole sont très gros, et l'observation y est plus facile sur le vivant et sur l'algue fixée, quand elle l'a été par des moyens convenables, surtout à l'aide du liquide chromo-auto-osmique de Flemming; *bien lavée, imbibée lentement de glycérine,* puis colorée par les moyens que j'ai indiqués (*Comptes rendus,* août 1890), il y a peu de changements dans la cellule. L'alcool ne donne que de très mauvais résultats.

» Comme le *S. orthospira* (*Comptes rendus,* novembre 1890), comme le *Phaseolus* (*Comptes rendus,* février et mars 1892), le nucléole produit une matière qu'il expulse. Les recherches auxquelles je me suis livré depuis plusieurs mois m'ont conduit à penser que cette expulsion se fait avec plus ou moins de violence. Les réactions qui se produisent au sein des matières nucléolaires n'ont certainement pas toujours la même intensité.

» Le nucléole expulse tantôt sans aucun dérangement apparent dans sa forme, tantôt par des ouvertures de moyens calibres, tantôt en se rompant

tout entier par de larges ouvertures qui se font dans une substance externe formant une croûte à sa surface, surtout pendant ses périodes de grande activité, et qui semble, en partie, coagulée. Mais que cette expulsion se passe d'une façon ou d'une autre, elle aboutit toujours à ce résultat : de mettre au contact du suc nucléaire une substance qui change d'état, qui prend immédiatement une forme figurée en se coagulant. La même coagulation existant sur toute la périphérie du nucléole, au contact du suc nucléaire, et se reproduisant à chaque fois que des matières sont lancées en dehors, on peut s'expliquer l'état différent des matières centrales; celles-ci étant garanties par le changement d'état, par la coagulation que subissent les premières, restent à l'état liquide. Aussi ces dernières conservent-elles seules toute leur activité, atténuée dans celles qui forment l'écorce, d'autant plus qu'elles sont voisines du suc nucléaire.

» Tous les phénomènes de la division n'ont pas d'autres causes que ces deux faits, présentés d'une manière bien nette par les matières nucléolaires, dès le début des réactions qui commencent dans le nucléole, qui se continuent, en s'accentuant dans le noyau, puis dans la cellule, *avec les mêmes matières transportées;* mais réactions accentuées à tel point que ces faits et les matières qui les produisent deviendraient méconnaissables, si l'on ne se rappelait ce qui s'est passé dans le nucléole :

» 1° Réaction au milieu d'une matière qui forme le nucléole, provoquant la séparation de la masse totale en deux parties d'inégale grosseur, la plus grosse expulsant la plus petite;

» 2° Solidification superficielle de la partie expulsée, et de l'ouverture faite au nucléole, préservant de part et d'autres les masses centrales qui restent liquides et conservent leur activité.

» Voici, en deux mots, ce que les matières nucléolaires produisent dans le noyau, avant toute modification apparente de la membrane nucléaire.

» Comme je l'ai dit ailleurs, le nucléole expulse des parties de sa masse plus ou moins grosses suivant l'intensité de la réaction dont il est le siège. Aussi les préparations que j'ai obtenues montrent-elles avec une grande netteté les faits principaux que je vais décrire :

» 1. Il diffuse à la périphérie du nucléole une matière nuageuse qui transporte le filament. Des perles hyalines se forment à la surface de celui-ci; diffusion lente d'une substance qui se coagule dans le suc nucléaire et reste en suspension.

» 2. Le nucléole perd sa position d'équilibre au centre. Le filament pelotonné se précipite d'un côté, le nucléole de l'autre côté.

» 3. Le filament a disparu; des boules sont projetées en petit nombre. Il se forme des ouvertures circulaires bien nettes sur le nucléole, recouvertes par une substance moins colorable.

» 4. Les boules projetées conservent une liaison avec le nucléole. La fixation a été faite au moment de la projection, avant que les lignes de liaison aient été brisées par les mouvements du nucléole.

» 5. Le nucléole se rompt et projette une grande quantité de boules en face desquelles il se maintient, par lesquelles il est acculé contre l'une des parois. La fixation a eu lieu avant la dissémination des boules,

» 6. Au milieu desquelles on retrouve bientôt le nucléole qui les répartit d'une façon égale dans le noyau.

» 7. Les boules se concentrent aux deux pôles du nucléole, contre la paroi intacte du noyau et commencent à traverser sa membrane comme elles ont traversé l'écorce du nucléole.

» 8. Il se forme, sur la croûte du nucléole, des vacuoles qui se détachent quelquefois avant de crever, quand la diffusion des matières nucléolaires, modifiées par le passage à travers la croûte, n'est pas brusquement interrompue par une rupture au moment d'une période de grande activité.

» Dans les phénomènes qui suivent la destruction de la membrane nucléaire, il sera facile, dès à présent, de faire la part qui revient aux matières contenues précédemment dans le nucléole, puis dans le noyau, et celle qui pourrait revenir au protoplasma cellulaire.

» Pour les phénomènes que l'on a appelés *de polarisation*, que l'on a déjà pu entrevoir ici, et qui interviennent dans la formation des fils achromatiques et des matières rayonnantes des asters, dès maintenant on peut voir qu'ils sont, comme je le montrerai d'ailleurs, sous la dépendance des réactions chimiques qui se passent au sein des matières nucléolaires, différenciées chez les *Spirogyra* sous la forme d'un gros corps central qui, au lieu de disparaître, comme dans d'autres noyaux, au moment de la division, persiste, ne fait que se partager, en transportant ailleurs une partie de lui-même; mais aggloméré ou disséminé, plus ou moins modifié par les divers milieux où il se trouve, produisant toujours les mêmes effets comparables, puisque les diverses parties du nucléole ne disparaissent pas :

» 1° Réaction chimique produisant une matière nouvelle coagulable, laquelle entraîne à sa suite une partie des matières nucléolaires, surtout au moment des grandes périodes d'activité et de ruptures;

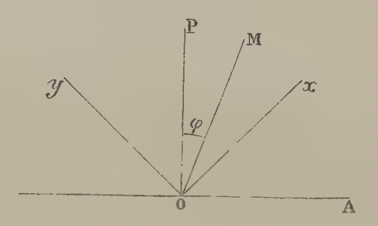
» 2° Réaction chimique produisant des effets comparables à tous ceux qui sont produits dans toutes les réactions de même nature, et révélés antérieurement par des répulsions moléculaires, analogues aux phénomènes électriques; donnant lieu, comme ces derniers, au moment de la formation des matières protoplasmiques coagulables, aux perturbations moléculaires qui précèdent et favorisent cette formation suivant des lignes

déterminées autour du centre d'action, *sous l'intervention de tout corps directeur situé en dehors du noyau.* »

MINÉRALOGIE. — *Sur un procédé de mesure de la biréfringence des lames cristallines.* Note de M. **Georges Friedel**, présentée par M. Mallard.

« Soit une lame cristalline à faces parallèles placée entre deux nicols croisés à angle droit, de telle façon que ses sections principales Ox, Oy soient à 45° des sections principales des nicols. Plaçons, entre le polariseur et la lame, une lame quart d'onde dont les sections principales coïncident avec celles des nicols.

» Soient Ox la direction positive de la lame; OP celle du quart d'onde, ainsi que celle de la vibration émergente du polariseur; OA la direction des vibrations que laisse passer l'analyseur. Si, observant en lumière mo-



nochromatique, on fait tourner le polariseur vers la droite, on arrivera à une extinction complète pour un certain angle φ, et cet angle, exprimé en fraction de 180°, sera précisément égal au retard de la lame exprimé en fraction de longueur d'onde de la lumière employée.

» En effet, soit A l'amplitude de la vibration incidente OM faisant un angle φ quelconque avec la direction OP. A la sortie de la lame quart d'onde, la vibration elliptique sera représentée, en prenant OA pour axe des X et OP pour axe des Y, par les équations

$$\left\{\begin{array}{l} X = A\sin\varphi\sin 2\pi\dfrac{t}{T}, \\ Y = A\cos\varphi\cos 2\pi\dfrac{t}{T}. \end{array}\right.$$

» A l'entrée de la lame à étudier, cette vibration se décompose suivant Ox et Oy

en deux vibrations rectilignes, selon les deux équations

$$\begin{cases} x = \frac{\sqrt{2}}{2}(X + Y), \\ y = \frac{\sqrt{2}}{2}(X - Y). \end{cases}$$

» A la sortie de la lame, la vibration x a acquis un retard d'une certaine fraction de longueur d'onde que nous désignerons par ψ, et les équations du mouvement deviennent

$$\begin{cases} x = \quad A\frac{\sqrt{2}}{2}\left[\sin\varphi \sin 2\pi\left(\frac{t}{T} - \psi\right) - \cos\varphi \cos 2\pi\left(\frac{t}{T} - \varphi\right)\right], \\ y = -A\frac{\sqrt{2}}{2}\left[\sin\varphi \sin 2\pi\frac{t}{T} + \cos\varphi \cos 2\pi\frac{t}{T}\right]. \end{cases}$$

» Il est aisé de voir que l'intensité α de la vibration, transmise par l'analyseur, sera donnée par l'expression

$$\alpha^2 = \frac{A^2}{2}[1 - \cos 2(\varphi - \pi\psi)].$$

α^2 est l'éclairement de la lame cristalline. Il s'annule lorsque $\frac{\varphi}{\pi}$ est égal à ψ augmenté d'un entier quelconque. Il suffit donc de mesurer l'angle φ pour lequel se produit l'extinction pour connaître la valeur du retard ψ à un entier près.

» La valeur entière de ψ est facile à connaître par compensation, au moyen d'un quartz taillé en biseau, ou bien en taillant en biseau le bord de la lame à étudier et comptant le nombre des franges noires qui apparaissent en lumière monochromatique entre les nicols croisés.

» L'application de ce procédé exige que les angles de rotation du polariseur soient mesurables. L'angle ne dépassant jamais 180°, cette disposition est facile à réaliser dans beaucoup de microscopes, en adaptant à la monture du polariseur un simple index courant sur la graduation du limbe. Si le polariseur est fixe, on peut remarquer que la marche des rayons peut être inversée, sans que rien soit changé. On n'aura qu'à placer le quart d'onde au-dessus de la lame et faire tourner l'analyseur.

» Il faudrait, dans ce cas, adapter sur le tube du microscope un limbe gradué permettant de mesurer la rotation de l'analyseur; mais il vaut mieux adopter le procédé suivant, qui permet d'utiliser simplement la graduation du limbe que portent tous les microscopes destinés à l'étude des minéraux.

» Si, au lieu d'amener le polariseur dans une position telle que la vibration émergeant de la plaque à étudier soit rectiligne, on le fait au contraire tourner jusqu'à ce que cette vibration soit circulaire, et si l'on constitue l'analyseur par une deuxième lame quart d'onde et un nicol liés invariablement de façon que les directions principales du quart d'onde soient à 45° de celle du nicol, il est clair que les phénomènes ne dépendront plus de la position de l'analyseur, mais seulement de la position *relative* du polariseur et du système formé par le premier quart d'onde et la lame à étudier. On pourra alors indifféremment faire tourner le polariseur ou la platine portant le quart d'onde et la lame. Il est aisé de voir que dans ce cas l'extinction complète sera obtenue pour une rotation de la platine ou du polariseur égale à $\pi\psi + \frac{\pi}{4}$ ou $\pi\psi - \frac{\pi}{4}$.

» En conservant les positions relatives des lames telles que nous les avons supposées, il faudra donc, pour obtenir l'extinction, faire tourner la platine du microscope vers la gauche d'un angle φ, tel que le rapport de cet angle à 180° donne la valeur du retard ψ augmenté de $\frac{1}{4}$ de longueur d'onde. Il suffira, pour appliquer ce dernier procédé, que le tube du microscope soit percé d'une fente dans laquelle on puisse glisser le quart d'onde analyseur, de manière que ses directions principales soient bien exactement à 45° de la section principale de l'analyseur.

» En pratique, la mesure du retard d'une lame cristalline par l'un des procédés précédents, mesure effectuée sans aucun appareil autre que le microscope polarisant, comporte une grande précision. Les extinctions sont bien nettes, surtout si l'on a soin d'employer des lames quart d'onde appropriées à la lumière monochromatique dont on fait usage, et, dans tous les cas, l'erreur ne dépasse pas 1° sur la lecture de l'angle d'extinction, soit $\frac{1}{180}$ de longueur d'onde sur le retard de la lame étudiée.

» Lorsque le minéral étudié est incolore, il est facile de démontrer que, dans le premier procédé, si, au lieu de faire subir au polariseur une rotation de l'angle φ, on ne le fait tourner que de $\frac{\varphi}{2}$, l'éclairement du champ et celui du minéral s'égaliseront. On pourra donc contrôler, dans ce cas, la mesure de l'angle d'extinction φ par celle de l'angle $\frac{\varphi}{2}$.

» Quand le minéral absorbe de la lumière d'une manière sensible, c'est-à-dire pour les substances pléochroïques, l'extinction n'est pas absolument complète, mais la méthode reste exacte. »

GÉOLOGIE. — *Une coupe transversale des Alpes françaises.* Note de M. **W. Kilian**, présentée par M. Fouqué.

« Un profil géologique ([1]) O.-N.-O. — E.-S.-E., relevé à peu près normalement à la direction du ridement alpin entre la vallée du Grésivaudan (bord interne des chaînes subalpines) et Bardonnèche (Italie), nous a permis de reconnaître, dans les chaînes alpines, une suite de plis anticlinaux et synclinaux. Ce sont, de l'ouest à l'est :

» Bord subalpin ([2]), formé par les escarpements jurassiques et crétacés de la rive droite de l'Isère (massif de la Chartreuse dominant la *combe* médiojurassique du Grésivaudan.

» I. Anticlinal de Bramefarine-la-Chapelle-Blanche (rive gauche de l'Isère), formé de lias et assez fortement ondulé.

» 1. Synclinal de Saint-Pierre d'Allevard-Arvillard-la-Table, jalonné par une suite d'affleurements bajociens appartenant à la zone à *Harp. concavum* (récentes études de MM. P. Lory et V. Pâquier) et plongeant par places sous le flanc ouest de l'anticlinal suivant.

» II. Anticlinal de la Taillat [schiste à séricite (x de la Carte géologique) avec revêtement partiel de grès d'Allevard] déversé vers l'ouest où son bord montre des étirements notables (galerie Saint-Henri de la mine d'Allevard).

» 2. Synclinal du Bout, mont Mayen, Grand-Collet, isoclinal et montrant au milieu des schistes cristallins des noyaux de houilles, de grès d'Allevard et de trias. Il se continue au sud-ouest, compliqué de petits *plis accessoires,* par le col du Merdaret où M. Pierre Lory en a fait une étude détaillée, vers la Boutière et Saint-Mary.

» III. Grand anticlinal de la chaîne de Belledonne (schistes cristallins et granulite) disposé nettement *en éventail* ainsi que l'avait justement indiqué Ch. Lory (1869) avant d'adopter une autre interprétation. Se poursuit au nord-est jusqu'en Haute-Savoie et au sud jusque au delà du mont Taillefer.

» 3. Synclinal de la Combe d'Olle (lias) nettement *isoclinal* (pendage O). Des bandes étirées de trias et de houiller apparaissent en certains points au contact des schistes cristallins et montrent qu'il s'agit bien ici d'un pli aigu et non d'une bande effondrée. Se poursuit au nord-est par la vallée des Villards, la Chambre, le col de la Madeleine et Aigueblanche; au sud-ouest il s'élargit (cols du Sabot et du Couard), présente de *petits anticlinaux accessoires* et gagne la vallée de la Romanche par Oz et Allemont.

([1]) Résultats d'explorations effectuées de 1890 et 1892 pour le compte du Service de la Carte géologique de la France.

([2]) On sait que les chaînes subalpines sont elles-mêmes formées, à l'ouest de cette ligne et jusqu'à la plaine, de plis et de plis-failles dont Ch. Lory a donné une description devenue classique.

» IV. ANTICLINAL de la Croix de Fer [schistes granulitisés, orthophyre (mont Termier) et houiller], se complique et se dédouble au sud (massif des Grandes Rousses); au nord, il se continue par l'anticlinal sinémurien du Chaput et disparaît après avoir formé le bombement cristallin de Chatelard (ou Rocheray).

» 4. SYNCLINAL de Saint-Jean d'Arves (lias supérieur), *isoclinal,* à pendage E., s'infléchit vers le N.-E. en contournant le Chatelard (gare de Saint-Jean-de-Maurienne), puis prend une direction N.-O. (Montpascal) et rejoint, près de Montaymont, le synclinal de la Combe d'Olle. Au sud, il gagne l'Oisans par le col de l'Agnelin. Près de la gare de Saint-Jean-de-Maurienne, il présente un petit anticlinal adventif (quartzites métamorphiques).

» V. ANTICLINAL (pli-faille) du mont Charvin, à flanc inverse laminé, fortement *isoclinal* (pendage E.) et à *plan axial ondulé* (mont Charvin-Mollard), ce qui fait apparaître des bandes triasiques à direction N.-N.-O.—S.-S.-E. Se poursuit au nord par l'Échaillon, Champessuit, Bonvillard, jusqu'au col du Golet, près Moutiers. Vers le midi, le flanc inverse réapparaît au sud d'Entraigues, et le pli gagne le Dauphiné par le col de l'Infernet et la Grave (les Hières).

» 5. SYNCLINAL des Aiguilles d'Arves (bajocien, oxfordien et puissants conglomérats nummulitiques). *Isoclinal* (pendage E.). Nous l'avons suivi au nord-ouest par Montricher, le Cheval-Noir, Crève-Tête jusqu'à Moutiers sans en atteindre l'extrémité. Au sud-ouest, il se continue par le Goléon, le Lautaret, la Croix-de-Ciboire, Ville-Vallouise, le col de Vars, Meironnes et le Lauzanier jusqu'en Italie. C'est un des accidents les plus remarquables des Alpes françaises.

» VI. ANTICLINAL de Poingt-Ravier (près Valloire) à noyau triasique. (*Isoclinal,* pendage E.). Étiré jusque près de Montricher, il traverse l'Arc et longe le synclinal précédent par le col du Bonnet du Prêtre jusqu'en Tarentaise. Au sud, il reparaît à Pratier, à la Logette et passe en Dauphiné par le col du Galibier où il se complique.

» 6. SYNCLINAL D'ALBANETTE (lias), se poursuit au N.-O.; traverse l'Arc et se déverse complètement dans le massif de la Grande-Moënda, ainsi que nous l'avons montré en 1891. Au sud, ce synclinal comprend le lias de la Barrière-des-Pestiférés, de Roche Olvera et se perd au voisinage du Grand-Galibier.

» VII. ANTICLINAL de Valloire (houiller), se confond un moment à Valloire avec le flanc ouest de l'anticlinal houiller, puis reparaît dans le massif des Encombres [1]; mais il s'accentue au midi, passe à l'est de Bonnenuit, aux Mottets, au col de la Ponsonnière et se continue dans la vallée de la Guisanne.

» 7. SYNCLINAL de la Setaz (trias, brèche du Télégraphe de la crête de la Setaz, *droit;* se perd au nord de Valloire, puis se retrouve sur le flanc ouest des Encombres. Au sud, il s'accentue et se continue dans les Hautes-Alpes par le col des Rochilles et la corne des Blanchets.

» VIII. ANTICLINAL houiller de Roche-Château (troisième zone alpine de Lory), à peu près normal ici, mais se poursuivant au nord, où il s'élargit (massif de Péclet), se complique et prend la structure en *éventail,* appuyant, dans le massif des Encombres, son flanc ouest, renversé sur les assises mésozoïques également renversées du synclinal

---

[1] Sous forme d'un anticlinal de gypse et de lias inférieur, complètement isoclinal à la Grande-Moënda.

n° 7 (empilement de plis isoclinaux de la Grande-Moënda). Au sud, il présente une voûte régulière à la cabane de Pascalone, et on le suit par les chalets de Fontcouverte (vallée de Névache) jusqu'au delà de Briançon.

» 8. Synclinal du Thabor et de Bocca del Feru (calcaires triasiques). Disparaît au nord en se confondant avec le flanc E. de l'anticlinal houiller dont il n'est qu'un accident. Au midi, il se retrouve près du col du Vallon et se continue dans le Briançonnais.

» Une petite *cassure* longitudinale accidente ce pli au mont Thabor et passe entre les deux pics de ce nom, occasionnant deux importants gradins de quartzites triasiques.

» IX. Anticlinal de la Vallée Étroite (houiller du pied sud-est du Thabor et de la Vallée Étroite). Se confond au nord avec le flanc oriental de l'éventail houiller; se continue au sud-est vers Névache.

» 9. Bande synclinale de la Planette, comprenant les calcaires triasiques du massif des Trois Mages et de Fréjus. Cette zone, compliquée d'une série de plis accessoires, traverse obliquement la Vallée Étroite et va former les montagnes qui entourent le col de l'Échelle.

» X. Anticlinal situé en partie dans la retombée ouest, formée de schistes lustrés, est traversée par le tunnel international. Il est facile de suivre cette bordure schisteuse au midi, où elle passe au pied oriental du Chaberton, à Césanne, et se retrouve en France dans le Haut-Queyras et l'Ubaye.

» Chacun de ces plis est plus ou moins régulier et les disparitions de couches *par étirement* sont très fréquentes sur les flancs des anticlinaux; de petites cassures peu importantes s'y font remarquer par places, ainsi que quelques ondulations secondaires, mais on peut désormais affirmer qu'*aucun accident longitudinal d'un autre ordre ne trouble la succession des rides* susmentionnées.

» Ajoutons qu'une étude attentive des plis formés de schistes cristallins [nos II, III, IV (première zone alpine)] montre jusqu'à l'évidence que, *quel qu'ait été d'ailleurs le sens des plissements hercyniens*, ces massifs cristallins ont, pendant les manifestations orogéniques de l'époque tertiaire au moins, *joué le rôle de véritables anticlinaux*.

» Un coup d'œil sur les contours du nummulitique compris dans le synclinal n° 5, montre que ce terrain a dû se déposer sur un fond de mer *déjà plissé* et fortement *dénudé*, ainsi qu'en témoignent du reste suffisamment les éléments du poudingue de base du tertiaire, qui varient avec la nature du *substratum*.

» Telle est, sur le parcours d'une ligne Goncelin-Bardonnèche, la structure des chaînes alpines; au sud et au nord de cette coupe, les plis que nous venons d'indiquer éprouvent maintes modifications : les uns se

compliquent, sont relayés par de nouveaux ridements; d'autres disparaissent, se déversent ou se redressent, mais il est toujours facile de s'orienter, grâce à la persistance de certains d'entre eux (synclinal nummulitique, anticlinal houiller). »

GÉOLOGIE. — *Sur la disposition des assises crétacées dans l'intérieur du bassin de l'Aquitaine et leurs relations avec les terrains tertiaires.* Note de M. **Emmanuel Fallot**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Lorsque l'on examine la disposition des assises crétacées dans l'intérieur du bassin de l'Aquitaine, entre la bande des Charentes et du Périgord et le massif du Béarn dépendant de la chaîne pyrénéenne, on ne tarde pas à observer qu'elles sont disposées suivant quatre lignes d'affleurements à peu près parallèles à cette chaîne, ainsi que l'a indiqué M. Raulin dès 1862 ([1]).

» Ces lignes sont, en allant du nord au sud :

» 1° Celle de Villagrains-Landiras (Gironde);
» 2° Celle de Roquefort (Landes) qui s'étend jusqu'à Colègne (Gers);
» 3° Celle des environs de Saint-Sever (Landes);
» 4° Celle de Tercis-Benesse (Landes).

» Il n'est pas douteux que ces lignes d'affleurements ne constituent autant de plis anticlinaux plus ou moins déformés par des accidents locaux. Mais, si elles présentent une grande uniformité de direction, elles n'en sont pas moins très différentes dans leur composition, et leurs relations avec les assises tertiaires sont également très variables.

» *Constitution des assises crétacées.* — Avant de parler des deux premières lignes que j'ai tout spécialement étudiées, je rappellerai que celle de Tercis-Benesse comprend une succession à peu près complète depuis les dépôts à *faciès urgonien* (gault, d'après M. Seunes) de Vinport jusqu'au garumnien inclus (Hébert, M. Arnaud, etc.), et que celle de Saint-Sever, en partie décrite par MM. Hébert et Jacquot, offre une série plus complète encore, comme l'ont démontré récemment MM. Reyt et Dubalen ([2]). Il faut y signaler surtout des assises inférieures (aptien?), présentant un fa-

([1]) *Actes Acad. Bordeaux,* p. 199 et suiv.; 1862.

([2]) *Notice géologique et agronomique sur la protubérance crétacée de Saint-Sever.* Mont-de-Marsan, 1892; in-8.

ciès à Céphalopodes qu'on n'est point habitué à rencontrer dans la région sous-pyrénéenne et où nous avons même découvert quelques Bélemnites indéterminables.

» Le crétacé inférieur est douteux dans le massif de Roquefort, où M. Hébert aurait trouvé cependant le *Monopleura Lamberti,* mais le crétacé supérieur comprend une série importante allant du cénomanien au maëstrichtien inclus (¹); le turonien et le sénonien n'y sont représentés, il est vrai, que par des calcaires presque sans fossiles.

» Grâce à quelques affleurements très restreints et à quelques tentatives d'exploitations récentes, j'ai pu, dans ces derniers temps, reconstituer de la façon suivante la succession des couches crétacées sur les bords du Gua-Mort aux environs de Villagrains :

» 4. Calcaire dur jaunâtre à grandes Orbitoïdes.

» 3. Calcaire blanc jaunâtre friable avec *Echinoconus gigas* Cott., *Echinocorys vulgaris*, Breyn., var. acuminée, etc., et nodules siliceux à la base.

» 2. Calcaire jaune à *Tragos pisiforme* Goldf.

» 1. Calcaire blanc, un peu crayeux avec Inocérames, *Echinoconus Raulini* d'Orb., *Echinocorys Heberti* Seunes, et zone à *Micraster* (cf. *aturicus*) à la base.

» L'assise nº 1 appartient bien à la partie supérieure du sénonien (campanien), auquel la rattache l'*Echinocorys Heberti*, espèce de Tercis; les assises 3 et 4 peuvent se ranger dans le maëstrichtien.

» A Landiras, l'affleurement plus restreint, ne présente que le maëstrichtien sous la forme d'un calcaire très compact analogue au nº 4, avec grandes Orbitoïdes, *Diploctenium cordatum* Goldf.; j'y ai trouvé un *Hemipneustes* (*H. pyrenaïcus* Héb.?).

» Dans les deux affleurements de Villagrains et de Landiras, comme à Roquefort, le garumnien manque complètement, mais le maëstrichtien est assez bien représenté; sous ce rapport, la série que j'ai décrite à Villagrains vient très heureusement combler la lacune de nos connaissances relativement à la succession du campanien et du maëstrichtien dans la région.

» *Relations des assises crétacées avec les assises tertiaires.* — L'éocène se montre dans le troisième et dans le quatrième pli anticlinal. Il se lie quelquefois très étroitement au crétacé supérieur. Je ne l'ai pas rencontré dans le massif de Roquefort, bien que Tournouër y ait signalé des Num-

(¹) E. Fallot et L. Reyt, *Notice sur le crétacé de Roquefort,* etc. (*Actes Soc. Lin. de Bordeaux*, t. XLIV; 1891.)

mulites de cet âge; mais un sondage récent, fait par M. Billiot à Barbotan (Gers) sur la continuation du pli, a montré la présence des couches à *Nummulites planulata*, d'Orb. et *elegans*, Sow. dans la profondeur. L'éocène n'affleure pas au pourtour des lambeaux crétacés de Landiras et de Villagrains, mais on sait que tous les sondages faits à Bordeaux et dans les environs indiquent sa présence avec des couches à Nummulites inférieurement, dans la région située entre la ligne Villagrains-Landiras et la bande crétacée des Charentes. Les assises nummulitiques éocènes dépassent donc notablement au nord la limite (pli de Saint-Sever) que M. de Margerie leur a assignée dans un travail récent [1].

» A Villagrains, c'est l'aquitanien qui repose sur la craie; à Landiras, c'est tantôt le tongrien (calcaire à astéries), tantôt l'aquitanien.

» Le tongrien et l'aquitanien sont également bien représentés sur le flanc méridional du massif de Roquefort, et le premier y présente supérieurement un faciès à *Nummulites intermedia* et *Fichteli* que j'ai pu suivre sur une grande longueur, contrairement aux indications fournies par la feuille n° 216 de la Carte géologique détaillée de la France.

» Ce faciès nummulitique que l'on retrouve dans la partie supérieure des marnes de Gaas et du calcaire à Astéries de la Gironde, relie bien les formations tongriennes du bassin de l'Aquitaine avec celles de l'Europe méditerranéenne et alpine; il indique, en outre, la liaison intime qui existe entre les dépôts éocènes et les dépôts tongriens, à l'ensemble desquels on pourrait appliquer le terme de *nummulitique*, comme l'a proposé M. Mayer Eymar.

» Le tongrien existe également sur les flancs du quatrième anticlinal (Gaas, Lesperon). L'aquitanien, presque horizontal, butte contre les assises inclinées du crétacé supérieur à Banos (versant nord de la protubérance de Saint-Sever).

» Ce court aperçu montre que, si les quatre plis anticlinaux susdécrits ont une direction uniforme, parallèle à la chaîne pyrénéenne, leur constitution géologique ne permet pas de leur attribuer, en dehors d'une certaine similitude d'origine, une histoire entièrement commune. Je ferai remarquer enfin que leur direction nord-nord-ouest à sud-sud-est rappelle celle des plis du Poitou étudiés par M. Welsch, et les ondulations de la craie du bassin de Paris mises en lumière par M. Hébert et réétudiées, dans ces derniers temps, par M. Marcel Bertrand. »

---

(1) *Aperçu sur la structure géologique des Pyrénées*, p. 38.

M. L. **Levert** adresse une Note relative à un procédé pour reconnaître la concentration d'une solution saline, sans employer de réactifs.

M. **Fr. Longo** adresse une Note relative à l'étiologie du cancer.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 30 janvier 1893.

De l'évolution des molaires et prémolaires chez les primates et en particulier chez l'homme, par Paul Topinard. (Extrait de l'*Anthropologie,* n° 6, novembre-décembre 1892). Paris, Masson, 1892; 1 broch. in-8°. (Présenté par M. A. Milne-Edwards.)

L'art de reconnaître les fruits de pressoir (pommes et poires), par A. Truelle. Paris, Garnier frères, 1893; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Chatin.)

Annales de la station agricole de Boulogne-sur-Mer, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par le Dr H.-E. Sauvage, Directeur. Volume I, Ire Partie, 15 décembre 1892. Boulogne-sur-Mer, Simonnaire et Cie; 1 broch. in-4°. (Présenté par M. A. Milne-Edwards.)

La Correspondance de Descartes dans les inédits du fond Libri, étudiée pour l'histoire des Mathématiques, par Paul Tannery. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893; 1 broch. in-8°.

La Physiologie de nos jours et la base de tous les êtres vivants. Discours prononcé dans la séance du Congrès international de Zoologie à Moscou, le 15-27 août 1892, par M. le Professeur Léon Morokhowitz. Moscou, 1892; 1 broch. in-8°.

La loi de Newton de transmission de la chaleur appliquée à l'art de construction, par P. Salmonowitsch, Ingénieur civil. Saint-Pétersbourg, 1892; 1 vol. in-4°.

Liguria geologica e preistorica di Arturo Issel, con note e disegni origi-

nali di M. Morelli, panorami e fotografie di G. delle Piane. Genova, A. Donath, 1892; 2 vol. gr. in-8°, avec atlas. (Présenté par M. Daubrée.)

Bergens Museums Aarsberetning for 1891. Udgivet para le Kostning af Joachim Frieles legat. Bergen, 1892.

Observaciones meteorologicas efectuadas en el observatorio de Madrid durante los años 1890 *y* 1891. Madrid, 1892.

Hourly means of the readings obtained from the self-recording instruments at the four observatories under the meteorological Council 1889. London, 1892; 1 vol. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 février 1893.

Annales de Chimie et de Physique, par Berthelot, Pasteur, Friedel, Mascart. Sixième série, février 1893, tome XXVIII. Paris, Masson; 1 fasc. in-8°.

Bulletin. Documents officiels. Statistiques. Rapports. Comptes rendus de missions en France et à l'étranger. Onzième année, n° 7. Paris, Imprimerie nationale, décembre 1892; broch. gr. in-8°.

Notice sur les travaux scientifiques de M. O. Callandreau, astronome adjoint à l'Observatoire de Paris, Répétiteur à l'École Polytechnique. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892; 1 broch. in-4°.

Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou, publié sous la rédaction du Prof. Dr. M. Menzbeer. Année 1892. Moscou, imprimerie de l'Université impériale, 1892; 1 vol. in-4°.

Le pouvoir grossissant de l'atmosphère, par Auguste Fischner. Leipzig, Fock, 1892; broch. in-8°.

Experimental evolution. Lectures delivered in the « summer school of Art and Science » University Hall, Edinburgh (august 1891), by Henry de Varigny, D. Sc. Demonstrator in the Paris Museum d'Histoire naturelle, Member of the Société de Biologie. London and New-York, 1892; 1 vol. in-12.

Roberto Compana, Professore di Clinica dermosifilopatica nella regia Universita di Genova. *Dei morbi sifilitici e venerei.* Sommario di conferenze in due parti. Genova, 1889; 1 vol. in-8°.

Transactions of the Canadian Institute. December 1892. Vol. III, Part I. Toronto, 1 vol. in 8°.

Nuova determinazione della latitudine geografica del Reale Osservatorio

di Capodimonte, mediante i passagi di alcune stelle al primo verticale osservati nell'anno 1889. Memoria del Dottor Filippo Angelitti. Napoli, 1892; 1 vol. in-4°.

Repertorium für Meteorologie, herausgegeben von der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, redigirt von Dr Heinrich Wild. Band XV. Saint-Pétersbourg, 1892; 1 vol. in-4°.

Annalen des Physikalischen Central-Observatorium, herausgegeben von H. Wild. Jahrgang 1891. Saint-Pétersbourg, 1892; 2 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 23 janvier 1893.)

Note de M. *Daubrée*, Notice sur Nicolas de Kokscharow :

Page 119, ligne 8, *au lieu de* phonolithe, *lisez* phénacite.

(Séance du 30 janvier 1893.)

Note de M. *Kilian*, Nouvelles observations géologiques dans les Alpes françaises :

Page 214, ligne 15, *au lieu de* puisse l'étudier, *lisez* puisse en étudier.
Même page, ligne 23, *au lieu de* Crimoïdes, *lisez* Crinoïdes.
Page 215, ligne 2 de la note, au lieu de *Murchisoni,* lisez *Murchisonæ.*